

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 23 日 (23.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/111532 A1

(51) 国際特許分類⁷: F21V 8/00, G09F 9/00, G02F 1/13357

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008328

(22) 国際出願日: 2004 年 6 月 14 日 (14.06.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-170443 2003 年 6 月 16 日 (16.06.2003) JP
特願 2003-352590
2003 年 10 月 10 日 (10.10.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドバンスト・ディスプレイ (ADVANCED DISPLAY INC.) [JP/JP]; 〒8611198 熊本県菊池郡西合志

町御代志 9 9 7 番地 Kumamoto (JP). 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

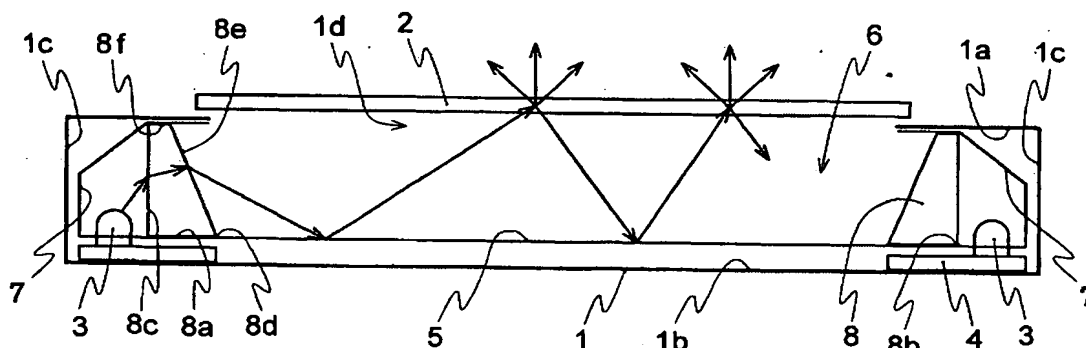
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 境 誠司 (SAKAI, Seiji) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 森 明博 (MORI, Akihiro) [JP/JP]; 〒8611198 熊本県菊池郡西合志町御代志 9 9 7 番地 メルコ・ディスプレイ・テクノロジー株式会社内 Kumamoto (JP). 山口 高志 (YAMAGUCHI, Takashi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 米田 俊之 (YONEDA, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: PLANAR LIGHT SOURCE DEVICE AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 面状光源装置および該装置を用いた表示装置



(57) Abstract: An object is to obtain a planar light source which is free from brightness variations or chromaticity variations by using a point light source having a high directivity for emitted light, and another object is to provide a liquid crystal display device capable of obtaining superior display characteristics by using this planar light source device. A planar light source device having an opening in the upper surface comprises a hollow box, a diffusion plate disposed in the opening, a reflecting plate disposed on the bottom of the hollow region of the box, and a plurality of point light sources disposed in a row along at least one side surface of the box. This planar light source device is characterized by including a refracting element disposed parallel to the row of point light sources and between the point light sources and the hollow region for refracting the light from the point light sources, whereby the light at an incident angle at which the brightness is greatest in the luminous intensity distribution of the light radiated to the irradiation subject surface of the refracting element is refracted to the bottom surface of the box by the refracting element.

(57) 要約: 放射光の指向性が高い点状光源を用いて、輝度ムラおよび色度ムラが発生しない面状光源装置を得ること、および、この面状光源装置を用いることによりすぐれた表示特性を得ることができる液晶表示装置を提供することを目的とする。上面に開口部を有し、中空の筐体と、開口部に配設された散乱板と、筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、点状光源と中空領域とのあいだに複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、屈折素子は、屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体の底面側に屈折させることを特徴としている。



(74) 代理人: 朝日奈 宗太 (ASAHINA, Sohta); 〒5400012
大阪府大阪市中央区谷町二丁目2番22号 NSビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

面状光源装置および該装置を用いた表示装置

技術分野

- [0001] 本発明は、導光板を用いない中空方式の面状光源装置および該装置を用いた表示装置に関する。さらに詳しくは、R(赤色)、G(緑色)およびB(青色)の単色光を発する発光ダイオードなどの複数の点状光源を用いる面状光源装置および該装置を用いた表示装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来の面状光源装置は、冷陰極管から放射された光の一部および冷陰極管から放射され、光源カバーの柱面で反射された光は、集光レンズで平行光とされ、反射板の反射面に照射され、その反射光が散乱板から散乱して放射する(例えば、特開平8-54625号公報(第3頁左欄第18-右欄第45行、第2図)参照)。
- [0003] また、従来の他の面状光源装置は、配光手段、発光ダイオード、配光手段と対向するように設けられた反射手段、配光手段と反射手段との間に形成された中空領域および反射体とで構成されている(例えば、特開2002-258764号公報(第4頁左欄第3-第5頁左欄第43行、第1図)参照)。
- [0004] 従来の面状光源装置では、光源として指向性が低い冷陰極管を用いているため、集光レンズでの集光性が低く、光源近傍での輝度が、光源から遠方の位置の輝度と比べて高くなり、表示に輝度ムラや色度ムラが生じ、表示品位を低下させるという問題があった。
- [0005] また、光源として指向性が高い発光ダイオードを用いた場合には、点状光源の配光分布に合わせ、表示に輝度ムラや色度ムラが生じ、表示品位を低下させるという問題があった。
- [0006] 本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、放射光の指向性が高い点状光源を用いた場合において、輝度ムラおよび色度ムラが発生しない面状光源装置を得るものであり、この面状光源装置を用いることによりすぐれた表示特性を得ることができる液晶表示装置を提供することを目的とする。

発明の開示

[0007] 本発明の面状光源装置は、上面に開口部を有し、中空の筐体と、開口部に配設された散乱板と、筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、点状光源と中空領域とのあいだに複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、屈折素子は、屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体の底面側に屈折させることを特徴としている。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態1にかかわる面状光源装置の概略構成を示す平面図である。

[図2]図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面図である。

[図3]LEDの配列の一例を示すLED配列図である。

[図4]屈折素子を通過する光の光路を説明するための要部拡大図である。

[図5]本発明の実施の形態1にかかわるLEDからの放射光の配光分布を示した配光分布図である。

[図6]実施の形態1にかかわる他のリフレクタの部分断面図である。

[図7]実施の形態1にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

[図8]従来の指向性を持たない光源と実施の形態1にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

[図9]反射板に第1の傾斜部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図10]第1の傾斜部と屈折素子との距離の関係を説明するための説明図である。

[図11]平坦部の距離 x に対する表示面周辺部と表示面中央部との輝度の比を示した説明図である。

[図12]反射板に散乱反射部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の

部分断面図である。

[図13]反射板に第2の傾斜部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図14]反射板に第2の傾斜部および散乱反射部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図15]図15(a)実施の形態1にかかわる他の散乱板の側面図であり、図15(b)は実施の形態1にかかわる他の散乱板の平面図である。

[図16]点状光源基板を筐体の1つの側面のみに配設させた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図17]実施の形態1にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。

[図18]点状光源基板を散乱板に対して角度 α だけ傾けた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図19]点状光源基板および屈折素子を散乱板に対して角度 α だけ傾けた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図20]点状光源を筐体の1つの側面のみに配設させ反射板が第1の傾斜部を有する実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図21]屈折素子を変化させた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図であり、図21(a)は屈折素子を備えていない場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図、図21(b)は図2に示す形状の屈折素子を備えた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図、図21(c)は図17(c)に示す形状の屈折素子を備えた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図である。

[図22]屈折素子の長手方向を横切るように屈折素子を複数に分割する場合を説明するための説明図であり、図22(a)は図17(a)に示す屈折素子の長手方向に垂直な面で分割する場合を説明するための説明図、図22(b)は図17(a)に示す屈折素子の長手方向に対して傾いた面で分割する場合を説明するための説明図、図22(c)は図17(a)に示す屈折素子の断面が複数の面で形成されるように分割する場合を説明するための説明図である。

[図23]リフレクタの先端部が有効表示領域まで延在している本発明の実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図24]点状光源を筐体の側面に配設させた実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図25]本発明の実施の形態にかかわる点状光源に用いる他のLEDからの放射光の配光分布を示した配光分布図である。

[図26]本発明の実施の形態2にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

[図27]実施の形態2にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。

[図28]本発明の実施の形態3にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

[図29]実施の形態3にかかわる屈折素子を示した展開図であり、図29(a)は筐体の上面側から見た上面図、図29(b)は中空領域側から見た正面図である。

[図30]屈折素子内を通過する光が放射面で全反射する場合に起こり得る光路を示した説明図である。

[図31]実施の形態3にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図31(a)は筐体の上面側から見た上面図、図31(b)は中空領域側から見た正面図、図31(c)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

[図32]本発明の実施の形態4にかかわる面状光源装置の断面図である。

[図33]図33(a)は本発明の実施の形態4にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図33(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

[図34]図34(a)は実施の形態4にかかわる他の屈折素子の断面図であり、図34(b)は実施の形態4にかかわる他の屈折素子の中空領域側から見た正面図である。

[図35]図35(a)は実施の形態4にかかわるさらに他の屈折素子の断面図であり、図35(b)は実施の形態4にかかわるさらに他の屈折素子の中空領域側から見た正面図である。

[図36]本発明の実施の形態5にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

[図37]は実施の形態5にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図37(a)は中空領域側から見た正面図、図37(b)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

[図38]実施の形態5にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[図39]本発明の実施の形態6にかかわる面状光源装置の断面図である。

[図40]図40(a)は本発明の実施の形態6にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図40(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

[図41]実施の形態6にかかわる屈折素子の断面図である。

[図42]実施の形態6にかかわる他の屈折素子の断面図である。

[図43]実施の形態6にかかわるさらに他の屈折素子の断面図である。

[図44]本発明の実施の形態7にかかわる面状光源装置の断面図である。

[図45]図45(a)は本発明の実施の形態7にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図45(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

[図46]実施の形態7にかかわる屈折素子の断面図である。

[図47]実施の形態7にかかわる他の屈折素子の断面図である。

[図48]実施の形態7にかかわるさらに他の屈折素子の断面図である。

[図49]本発明の実施の形態8にかかわる面状光源装置の断面図である。

[図50]図50(a)は本発明の実施の形態8にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図50(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

[図51]実施の形態8にかかわる他の屈折素子の断面図である。

[図52]実施の形態8にかかわるさらに他の屈折素子の断面図である。

[図53]本発明の実施の形態9にかかわる面状光源装置の断面図である。

[図54]図54(a)は本発明の実施の形態9にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図54(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

[図55]実施の形態9にかかわる屈折素子の断面図である。

[図56]本発明の実施の形態10にかかわる面状光源装置の断面図である。

[図57]図57(a)は本発明の実施の形態10にかかわる屈折素子の近傍の拡大図であり、図57(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。

[図58]本発明の実施の形態11にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

[図59]実施の形態11にかかわる点状光源基板と筐体の底面との位置関係を説明するための説明図である。

[図60]本発明の実施の形態12にかかわる面状光源装置の部分断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0009] 実施の形態1

図1は本発明の実施の形態1にかかわる面状光源装置の概略構成を示す平面図、図2は図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面図、図3は発光ダイオード(LED)などを用いた点状光源3の配列の一例を示すLED配列図、図4は屈折素子を通する光の光路を説明するための要部拡大図、図5は本発明の実施の形態1にかかわる点状光源3に用いるLEDからの放射光の配光分布を示した配光分布図である。図1〜5において、面状光源装置の筐体1は上面1aと底面1bと4つの側面1cから構成され、上面1aには開口部1dを有している。

[0010] 筐体1の開口部1d全体には散乱板2を配設する。散乱板2はポリエチレンテレフタレート(PET)、アクリル(PMMA)もしくはポリカーボネート(PC)などの樹脂板またはガラス基板などの光を透過する機能を有するものである。また、散乱板2に反射材を混入したものや表面を粗面化したものを用い、照射された光を散乱する機能をもたせることで、広い指向性をもつ面状光源装置を得ることができるため好ましい。

[0011] 点状光源3として、発光ダイオード(Light Emitting Diode:以下、LEDと称す)やレーザーダイオード(Laser Diode:LD)などが挙げられる。本実施の形態1においては、LEDを使用し、赤色(R)の光を発する第1の点状光源3aと、緑色(G)の光を発する第2の点状光源3bと、青色(B)の光を発する第3の点状光源3cとから構成される。

[0012] 赤色、緑色または青色の単色光を発するLEDは、白色光を発するLEDに比べて、発光効率が高く、液晶表示装置に用いられるカラーフィルタの赤色、緑色および青色の透過特性とLEDの発光スペクトルをあわせ込むことで、色再現性の高い表示装置を得ることができるので好ましい。また、各色ごとにLEDを独立に制御することにより、面状光源装置からの放射光の色合いを容易に変化することができるので好ましい。

[0013] 矩形状の点状光源基板4には、複数の点状光源3が点状光源基板4の長手方向に沿って配列されて設けられている。点状光源基板4は筐体1の対向する2つの側面1cに沿って並設され、複数の点状光源3は筐体1の側面1cに沿って列設されることと

なる。

- [0014] 点状光源基板4に設けられた、第1の点状光源3a、第2の点状光源3bおよび第3の点状光源3cのそれぞれの個数は必ずしも均等である必要はなく、液晶表示素子を透過したうえで所望の色度に最適化できるように第1の点状光源3a、第2の点状光源3bおよび第3の点状光源3cのそれぞれの個数を任意に設定すればよい。例えば、図3に示すように、G、B、G、R、G、Bの繰り返しの順列で配置することができる。
- [0015] 筐体1は、光が外部にできる限り漏れないようにするとともに、内側で反射して開口部1dに光が進むように、筐体1の内側となる底面1bおよび点状光源基板4が近傍に配設されていない側面1cに、反射板5が配設されている。この反射板5と散乱板2との間に中空領域6を形成することで、光は中空領域6にある空气中を伝播する。
- [0016] 反射板5は、アルミニウムもしくは銀などの金属板または樹脂製シートにアルミニウムもしくは銀などの金属を蒸着した材料からなる。また、反射板5は、光を正反射する機能を有する正反射材であり、反射板5の反射面で入射角と反射角が一致する反射を繰り返すことで、光源から反光源側に向かって光を伝播する。
- [0017] リフレクタ7は、中空領域6側を除いて点状光源3を包囲し、光源からの光を中空領域6側に反射する。また、リフレクタ7は、銀もしくはアルミニウムなどで形成される反射層を有する金属板、または白色の樹脂製シートなどの材料からなる。
- [0018] なお、反射板5およびリフレクタ7の反射率は、反射面での反射ロスを抑えるために90%以上であることが好ましい。また、筐体1の内側を白色とすることなど反射率を高めることでより一層内部での反射がよくなり、光の損失が少なくなるため好ましい。また、反射板5とリフレクタ7とを別部材で構成しているが、反射板5とリフレクタ7を同一部材で一体に形成することで部材点数を減らし、組み立て作業性を向上させることができる。さらに、筐体1が反射板5やリフレクタ7の機能を兼ねるようにしても部材点数を削減できるために好ましい。
- [0019] 屈折素子8は、点状光源3と中空領域6とのあいだに複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、屈折素子8の被照射面に対する照射光を筐体1の底面1b側に屈折させる。より好ましくは、屈折素子8の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体1の底面1bに向けて放射するように屈折させ

る。

[0020] なお、本実施の形態1における屈折素子8は、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面8aと、点状光源3側に平行な底面8aの第1の稜8bを通り平行な底面8aに対して第1の稜8bから筐体1の底面1bと反対側に傾き角をなす被照射面8cと、中空領域6側に平行な底面の第2の稜8dを通り平行な底面8aに対して第2の稜8dから筐体1の底面1bと反対側に所定の傾き角をなす放射面8eと、底面8aと平行に対向する対向面8fとを有している。屈折素子8は、筐体1の上面1aから底面1bに向かって厚みが増加する台形の断面形状であり、アクリルなどの透明樹脂やガラスから形成する。ここで、屈折素子8の底面8aは、筐体1の底面1bに対してほぼ平行に配置しているが、屈折素子8の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体1の底面1b側に屈折させるのであれば、この配置に限られるものではなく、例えば、散乱板2または反射板5などにほぼ平行に配置してもよい。

[0021] 散乱板2上には光を効果的に利用するための複数枚の光学シートからなる図示しない光学シート類を配置し、図示しない液晶表示素子を散乱板2上に光学シート類を介して配置する。

[0022] なお、光学シート類はレンズシートを散乱シートで挟み込む構成である。また、輝度の向上が必要な場合には、複数枚のレンズシートをその表面に形成されるシートのプリズムの方向を考慮して組み合わせてもよい。また、散乱シートは、散乱性を向上させる場合に、2枚以上用いることが可能である。さらに、レンズシートの配光特性によってはレンズシートを1枚としてもよいし、または使用しなくてもよい。さらに、保護シート、レンズシートまたは偏光反射シートを組み合わせてもよい。また、いずれも使用しないこともできる。また、頂角がほぼ90°である連続した三角柱を液晶表示素子側に形成したレンズシートまたは偏光反射シートなどの一部の光を散乱板2側に反射する機能を有する光学シートを用いることで、散乱板2による光散乱効果や反射板5による再反射により、一層の輝度ムラおよび色度ムラが低減できるため好ましい。

[0023] 面状光源装置の上部に配置される表示部として、液晶の複屈折性を応用した液晶表示素子、文字や絵が透明板に印刷された印刷物などが挙げられるが、本実施の形態1においては、表示部として液晶表示素子を用いる。液晶表示素子は、図示し

ない上側または下側基板上に着色層、遮光層、スイッチング素子となる薄膜トランジスタ(以下、TFTと称す)、画素電極等の電極および配線が形成されたTFTアレイ基板および対向基板、二枚の基板を等間隔に保持するスペーサ、二枚の基板を貼り合わせるシール材、二枚の基板とのあいだに液晶を注入した後に封止する封止材、液晶に初期配向をもたせる配向膜および光を偏光させる偏光板などにより構成されるが、本発明においては、既存の液晶表示素子を用いるのでここでの説明は省略する。

[0024] 液晶表示素子を駆動する図示しない回路基板を備え、液晶表示素子を面状光源装置の上部に配置することで液晶表示装置を構成する。

[0025] つぎに、点状光源3から発せられた光が散乱板2から放射するまでの光路について説明する。

[0026] 点状光源3である第1の点状光源3a、第2の点状光源3bおよび第3の点状光源3cから発せられた赤色、緑色および青色の単色光は、直接またはリフレクタ7によって反射され、屈折素子8の被照射面である被照射面8cに照射される。

[0027] 屈折素子8の被照射面8cにはあらゆる入射角の照射光が存在するが、被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 ϕ の照射光による屈折素子8の放射面8eからの放射光を、筐体1の底面1b側に屈折させることにより、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、散乱板2からの放射光の分布を均一に改善することができる。特に、放射光が筐体1の底面1bに向けて放射するように屈折させることにより、多くの光は反射板5で反射し散乱板2から放射することとなり、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減できる。また、中空領域6内での光の伝播距離が増加するために、光の混色および混合が促進され、輝度ムラおよび色度ムラを大幅に低減できるために好ましい。

[0028] なお、屈折素子8の被照射面8cに対して斜め方向から照射される光のなかには、被照射面8cで表面反射する光が存在する。被照射面8cで表面反射した光は、リフレクタ7側へ反射され、リフレクタ7と屈折素子8とで包囲された空間内を伝播することで、屈折素子8の長手方向にも広がりを持つこととなる。再度、屈折素子8の被照射面8cに照射された光は、屈折素子8の長手方向に広がりを持ち放射面8eから放射

することとなり、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の輝度ムラを低減することができる。また、発光色の異なる第1の点状光源3a、第2の点状光源3bおよび第3の点状光源3cにおいては、リフレクタ7と屈折素子8とで包囲された空間内での光の混色が生じ、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の色度ムラを低減することができる。

[0029] 偏光素子の長手方向に連続して存在することとなる冷陰極管などの線状光源を光源として用いる場合は、偏光素子の長手方向に離散的に配設した点状光源を光源として用いる場合と比較して、リフレクタ7と屈折素子8とで包囲された空間内を占める光源の体積の比率が大きい。このため、屈折素子またはリフレクタで反射された光が線状光源に照射される確率が、屈折素子またはリフレクタで反射された光が点状光源に照射される確率と比較して、高くなり、表面反射光の光源への再入射によるロスが線状光源を用いることで増加する。すなわち、光源として点状光源を用いることで、表面反射光の光源への再入射によるロスを低減し、効率よく輝度ムラおよび色度ムラを低減することが可能となり、光の利用効率が高くすぐれた表示品質を得ることができる。

[0030] 以下、図4を用いて説明するように、被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 ϕ_i ($-90^\circ < \phi_i < 90^\circ$)の照射光を屈折素子8により筐体1の底面1bに向けて放射するように制御した。ここで、屈折素子8の屈折率を n (n は空気の屈折率1より大)、屈折素子8の被照射面8cの傾き角を θ_1 ($0 < \theta_1 \leq 90^\circ$)、屈折素子8の放射面8eの傾き角を θ_2 ($0 < \theta_2 \leq 90^\circ$)とする。

[0031] 屈折素子8の被照射面8cに入射角 ϕ_i で照射された光は、スネルの法則により、次式(1)の屈折角 α で屈折される。

$$[0032] \quad \alpha = \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi_i) \quad (1)$$

また、屈折素子8内を通過する光は、入射角 β ($=180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \alpha$)で放射面8eに照射され、スネルの法則により、次式(2)の屈折角 ϕ_o で屈折素子8の放射面8eで屈折され放射することとなる。

$$[0033] \quad \begin{aligned} \phi_o &= \sin^{-1}(n \times \sin \beta) \\ &= \sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \alpha)) \end{aligned}$$

$$= \sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi))) \quad (2)$$

屈折素子8の放射面8eからの放射光を筐体1の底面1bに向けて放射するには、筐体1の底面1bに対する角度 $\gamma (= \phi_0 - (90^\circ - \theta_2))$ が 0° 以上であればよい。

[0034] すなわち、次の不等式(3)を満たせばよいことになる。

$$\begin{aligned} [0035] \quad 0^\circ \leq \gamma = \phi_0 - (90^\circ - \theta_2) \\ = \sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi))) - 90^\circ + \theta_2 \quad (3) \end{aligned}$$

ここで、点状光源3であるLEDは、LED素子をレンズ形状の樹脂で封止することで放射光の指向性を制御している。例えば、図5に示すように、LED素子の配列方向の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LEDからの放射光の角度が $\pm 80^\circ$ において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、屈折素子8の被照射面8cが筐体1の底面1bにほぼ垂直、すなわち屈折素子8の被照射面8cの傾き角 θ_1 を 90° とすると、屈折素子の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 ϕ_1 は 10° であり、屈折素子8の屈折率 n を1.5とすると、屈折素子8の放射面8eの傾き角 θ_2 は、不等式(3)より、 $\theta_2 < 70.05^\circ$ を満たすことにより、光源近傍の明部を低減し、輝度分布を改善できる。

[0036] なお、屈折素子8の放射面8eにおける全反射によるロスを防ぐために、次の不等式(4)を満たすことが好ましい。

$$\begin{aligned} [0037] \quad 1 > n \times \sin \beta = n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \alpha) \\ = n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi)) \quad (4) \end{aligned}$$

また、屈折素子8の被照射面8cの傾き角 θ_1 を 90° 、被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角 ϕ_1 を 10° 、屈折素子8の屈折率 n を1.5とすると、屈折素子8の放射面8eの傾き角 θ_2 は、不等式(4)より、 $\theta_2 > 41.55^\circ$ を満たすことにより、被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である照射光の、屈折素子8の放射面8eにおける全反射が生じないため、光を効率よく放射面8eから放射することができる。

- [0038] 屈折素子8の放射面8eから筐体1の底面1bに向けて放射した光は、反射板5の正反射材により正反射され、光源から反光源側に向かって光が伝播される。
- [0039] 散乱板2に照射された光は、散乱板2内を透過する光の成分と散乱板2内の粒子で反射する光の成分に分かれる。このうち、筐体1の底面1b側に反射した成分の光は、反射板5で正反射して、再度、散乱板2に照射される。また、散乱板2に照射され透過した成分の光は、あらゆる方向に放射する。
- [0040] 散乱板2の上面から放射した光は、散乱シート、保護シートまたはレンズシートなどからなる光学シート類を通過して液晶表示素子に照射される。液晶表示素子は図示しないスイッチング素子による電圧のオンまたはオフによって液晶層が配向されることで、液晶表示素子に照射された光は映像信号にあわせて変調され、赤色、緑色または青色の各色を表示する。
- [0041] なお、本実施の形態1においては、リフレクタ7は、中空領域6側を除いて点状光源3を包囲し、光源からの光を中空領域6側に反射する形状としているが、点状光源3から屈折素子8の被照射面8cに直接到達する光(以下、直接光と称す)の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角と、点状光源3からリフレクタ7で反射され屈折素子8の被照射面8cに到達する光(以下、間接光と称す)の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角とが一致するようなリフレクタ7の形状とすることで、光源からの直接光および間接光を効率よく屈折素子8を介して筐体1の底面1b側に屈折することが可能である。
- [0042] また、間接光の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角が、直接光の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角に比べて小さくなるようなリフレクタ7の形状とすることで、光源からの間接光をさらに効率よく屈折素子8を介して筐体1の底面1b側に屈折させることが可能である。
- [0043] 図6に示すように、リフレクタ7の断面形状を、点状光源3を配設した平面の断面である直線部7aと、LED素子を焦点とする放物線の軸を直線部7aに対して角度 ϵ 傾けた放物線の一部である曲線部7bとから構成する。なお、直接光のうち光度が最大となる角度を ϕ_1 ($0 < \phi_1 < 90^\circ$) とすると、間接光の被照射面8cに対する照射光の

配光分布のうち光度が最大である入射角が、直接光の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角に比べて小さくなるのは、放物線の軸と直線部7aとのなす角 ε が、 $\varepsilon < 90^\circ - \phi_1$ である。特に、直接光の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角と、間接光の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角とが一致するのは、 $\varepsilon = 90^\circ - \phi_1$ である。

[0044] ここで、点状光源3であるLEDは、LED素子をレンズ形状の樹脂で封止することで放射光の指向性を制御している。例えば、図5に示すように、LED素子の配列方向の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LEDからの放射光の角度が $\pm 80^\circ$ において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、放物線の軸と直線部7aとのなす角 ε を 10° に設定する。これにより、図7に示すように、リフレクタ側から見た屈折素子8の被照射面8cに対して鉛直上方から左回りを正として、屈折素子8の被照射面8cに対する照射光の配光分布は入射角が 10° で鋭いピークを持ち、屈折素子8による制御性をさらに向上することが可能である。図6は本発明の実施の形態1にかかわる他のリフレクタの部分断面図、図7は本実施の形態1にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

[0045] なお、放物線の軸と直線部7aとのなす角 ε を 10° より小さくすると、屈折素子8の被照射面8cに対する照射光の配光分布が広がるため、屈折素子8による制御性は低下するが、間接光は直接光に比べ筐体1の底面1b側に向けて屈折素子8から放射することになるため、光源近傍の明部を低減し、輝度分布を改善する効果を得ることができる。

[0046] また、指向性を持たない冷陰極管などを光源として用いた場合(図8)を、指向性を有する点状光源を光源として用いた場合(図7)と比較する。冷陰極管は発光面が柱状をなしているので、冷陰極管の中心軸を焦点とする放物線の軸を筐体1の底面1bに対して角度 10° 傾けた放物線の一部である曲線部のみで構成するリフレクタを用いた場合においては、反射光が十分な平行光とならないうえに、リフレクタで反射せずに被照射面8cに直接到達する光が指向性をもたないために、配光分布が広がる

こととなる。図8に示すように、被照射面8cに対する入射角の角度範囲は広く、屈折素子8の放射面8dからの放射光も放射面8dに対して広がりを持ってしまう。このため、光源近傍で屈折素子8から散乱板2に直接到達する光を抑制することができず、指向性を有する点状光源を光源として用いた場合と比較して光源近傍の明部を低減することができない。図8は従来の指向性を持たない光源と本実施の形態1にかかわる他のリフレクタを用いた場合の屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布を示した配光分布図である。

[0047] また、本実施の形態1においては、筐体1の底面1bまたは散乱板2にほぼ平行な反射板5を用いているが、図9に示すように、対向する屈折素子8から筐体1の開口部1dの中央までに散乱板2と反射板5との間隙が増加する第1の傾斜部5aを反射板5が有してもよい。これにより、第1の傾斜部5aにおける光の入射角は、筐体1の底面1bまたは散乱板2にほぼ平行な反射板における入射角と比較して大きくなり、反射板により反射する光を光源から遠方に反射することが可能である。図9は反射板に第1の傾斜部を有する本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図、図10は第1の傾斜部と屈折素子との距離の関係を説明するための説明図、図11は平坦部の距離 x に対する表示面周辺部と表示面中央部との輝度の比を示した説明図である。

[0048] 図10および図11に示すように、第1の傾斜部5aを有すること、すなわち、屈折素子8の第2の稜8dから第1の傾斜部5aまでの平坦部の距離 x [mm]を減少させることは、光源近傍である表示面周辺部の輝度に対する表示面中央部の輝度の比を高めるうえで好ましい。

[0049] 一般に、表示面中央部が表示面周辺部と比較して輝度が高いことが好ましく、平坦部の距離 x が2.5mm以下であれば、表示面周辺部の輝度に対する表示面中央部の輝度の比が1以上であるので好ましい。

[0050] また、第1の傾斜部5aは、対向する屈折素子8から筐体1の開口部1dの中央までに、筐体1の底面1bまたは散乱板2とのなす角が段階的に 0° に近づくように、複数の傾斜面で構成されてもよく、曲面で形成されてもよい。これにより、第1の傾斜部5aを単一の傾斜面で形成する場合と比較して、より精細に輝度分布を制御することが

可能となる。

[0051] また、本実施の形態1においては、反射板5としては光を正反射する機能を有する正反射材を用いているが、図12に示すように、筐体1の底面1bの正反射材の一部の表面を屈折素子8の長手方向に沿って荒らす、または筐体1の底面1bの一部に白色の樹脂製シートもしくは金属板を白色に塗装したものを、屈折素子8の長手方向に沿って配設することで、散乱反射部9を設けてもよい。図12は反射板に散乱反射部を有する本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0052] 散乱反射部9は、筐体1の底面1bに対する光の角度が水平に近い場合であっても、散乱反射部9に照射された光を散乱させることで、光の伝播方向を乱し、散乱板2側に反射することができる。特に、筐体1の底面1bの中央に散乱反射部9を有することで、表示中央部の輝度を高めることができるので好ましい。なお、散乱反射部の反射率は、反射面での反射ロスを抑えるために90%以上であることが好ましい。

[0053] また、図12に示すように、屈折素子8の被照射面8cに対する照射光の配光分布のうち光度が最大である照射光が、屈折素子8で屈折され放射面8eから放射する位置Sを基準に筐体1の開口部1dの中心Oまでの水平距離をL、筐体1の開口部1dの中心Oから筐体1の底面1b側に配置された反射板5までの垂直距離をdとする。ここで、次式(5)を満たすことで、位置Sから放射する放射光を筐体1の底面1bの中央の反射板5で最初に反射させることができ、点状光源近傍と比較して表示面中央の輝度を高めることができるので好ましい。

$$\begin{aligned}
 [0054] \quad \tan^{-1}(d/L) &= \gamma \\
 &= \sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 \\
 &\quad - \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi_i))) - 90^\circ \\
 &\quad + \theta_2 \quad (5)
 \end{aligned}$$

また、本実施の形態1においては、筐体1の底面1bまたは散乱板2にほぼ平行な反射板5を用いているが、図13に示すように、反射板5が、対向する屈折素子8から筐体1の開口部1dの中央までに散乱板2と反射板5との間隙が減少する第2の傾斜部5bを有してもよい。さらに、第2の傾斜部5bが筐体1の底面1bの中央で連結している構造としてもよい。図13は反射板に第2の傾斜部5bを有する本実施の形態1にかか

わる他の面状光源装置の部分断面図、図14は反射板に第2の傾斜部5bに散乱反射部9を有する本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0055] 第2の傾斜部5bは、筐体1の底面1bに対する光の角度が水平に近い場合であっても、第2の傾斜部5bに照射された光を、散乱板2側に反射するために十分な反射角を得ることができる。特に、筐体1の開口部1dの中央に第2の傾斜部5bを有することで、表示中央部の輝度を高めることができるので好ましい。また、図14に示すように、第2の傾斜部5bに散乱反射部9を有していてもよい。

[0056] また、第2の傾斜部5bは、対向する屈折素子8から筐体1の開口部1dの中央までに、筐体1の底面1bまたは散乱板2とのなす角が段階的に大きくなるように、複数の傾斜面で構成されてもよく、曲面で形成されてもよい。これにより、第2の傾斜部5bを単一の傾斜面で形成する場合と比較して、より精細に輝度分布を制御することが可能となる。

[0057] さらに、本実施の形態1においては、点状光源3の中心軸14に対して垂直な平面15と筐体1の底面1bまたは散乱板2とを平行にしているが、図18に示すように、点状光源3の中心軸14に対して垂直な平面15と散乱板2とが角度 α をなすように、点状光源基板4を散乱板2に対して中空領域側に傾けて配設させてもよい。図18は点状光源基板を散乱板に対して角度 α だけ傾けた本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0058] このように、点状光源基板4を散乱板2に対して角度 α だけ中空領域側に傾けることで、点状光源3から放射し屈折素子8に到達する光は、点状光源基板4を散乱板2に平行に配設した場合に比べ角度 α だけ底面側に傾くこととなる。このため、屈折素子8で屈折し放射された光も角度 α だけ底面側に傾くこととなり、光源近傍の明部をさらに軽減し、輝度ムラおよび色度ムラを改善することができる。

[0059] また、図19に示すように、点状光源基板4の傾きに合わせ、リフレクタ7および屈折素子8も傾けて配置してもよく、この場合においても、図18に示した面状光源装置と同様に、輝度および色度の均一性を改善することができる。図19は点状光源基板および屈折素子を散乱板に対して角度 α だけ傾けた本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0060] さらに、本実施の形態1においては、リフレクタ7の上面の中空領域6側の先端部は筐体1の開口部1dまで延在していないが、図23に示すように、リフレクタ7の先端部7bを有効表示領域17の端部17aより中空領域6側に延在させてもよい。この場合に、リフレクタ7の上面7aと筐体1の上面1aとの間に空間を設け、この空間に中空領域6側からの光を中空領域6へ反射するための第2のリフレクタ16を設けている。ここで、有効表示領域17とは、図示しない表示部のうち面状光源装置からの光を照射したい領域であり、液晶表示素子においては、マトリクス状に配置した複数の画素からなる表示領域である。図23はリフレクタの先端部が有効表示領域まで延在している本発明の実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0061] 点状光源3からは広い範囲の放射光が存在するが、リフレクタ7により放射光の方向は整えられ、屈折素子8を介してリフレクタ7の開口部から中空領域6へと放射する。ここで、リフレクタ7の上面7aと筐体1の上面1aとの間を広くすることで、リフレクタ7の開口部の大きさは制限され、直接、点状光源3から散乱板2に到達する光の角度 θ の最大値も制限されることとなる。角度 θ が小さくなれば、散乱板2に到達する光は点状光源3から離れることとなり、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができる。

[0062] また、リフレクタ7の上面7aと筐体1の上面1aとの間隙に第2のリフレクタ16を設けることで、本来、中空領域6側からこの間隙に到達するであろう光を中空領域6側に反射することで、光の利用効率を高めることができる。

[0063] さらに、第2のリフレクタ16は、リフレクタ7の上面7aから筐体1の上面1aに向けて反射面が中空領域6側に傾く形状とすることにより、中空領域6側からの光を筐体1の底面1b側に反射することができ、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができるため好ましい。

[0064] なお、第2のリフレクタ16は、リフレクタ7と同様に、銀もしくはアルミニウムなどで形成される反射層を有する金属板、または白色の樹脂製シートなど反射率90%以上の材料からなることが好ましい。

[0065] また、リフレクタ7の先端部7bが有効表示領域17の端部17aより中空領域6側に延在しているため、直接、点状光源3から散乱板2に到達する光の角度 θ の最大値がさ

らに小さくなり、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができる。

[0066] なお、リフレクタ7の先端部7bが有効表示領域17内に延在することにより、光源近傍の散乱板2にリフレクタ7の影が生じることが懸念されるが、中空領域6内で、対象とする先端部7bに対向する先端部7b側の点状光源3と、対象とする先端部7b側の有効表示領域17の端部17aと散乱板2の裏面2aとがなす接線と、を結ぶ領域より、筐体1の底面1b側の領域内に、対象とするリフレクタ7の先端部7bを収める。これにより、本来、対象とする先端部7bによる影となるべき散乱板2の部分に、対象とする先端部7bに対向する先端部7b側の点状光源3からの光を到達させることができるため、明暗ムラのない良好な輝度分布を得ることができる。

[0067] このように、点状光源3からの光を屈折素子8で反射板5側に屈折し、かつ、直接、屈折素子8から散乱板2の光源近傍に到達する光をリフレクタ7の上面7aで反射できるため、さらに効果的に散乱板2の光源近傍に到達する光を軽減でき光源近傍の明部を改善することができる。なお、図23においては、屈折素子8の底面を反射板5の第1の傾斜部5aに沿って傾斜させている。屈折素子8をこのような形状とすることにより、屈折素子8の底面で反射する光を光源から離れた位置で散乱板2に到達させることが可能となる。

[0068] なお、図23では、リフレクタ7と第2のリフレクタ16を別部材で構成しているが、リフレクタ7と第2のリフレクタ16を同一の部材で一体に形成することで、部材点数を減らし、組み立て作業性を向上させることができる。

[0069] また、図15に示すように、散乱板2に、屈折素子8の近傍に点状光源3から離れるにつれ、光の通過量が増加するような遮光パターン10を施すことにより、光源近傍の散乱板2に照射される光の一部が反射されるので、光源近傍の明部を軽減するので好ましい。なお、遮光パターン10は、白色のドット印刷または銀もしくはアルミニウムなどを蒸着することで形成し、散乱板2に反射機能を付加している。図15(a)は本実施の形態1にかかわる他の散乱板の側面図、図15(b)は本実施の形態1にかかわる他の散乱板の平面図である。

[0070] また、本実施の形態1においては、複数の点状光源3が実装された点状光源基板4

が筐体1の対向する2つの側面1cに沿って並設されているが、十分な輝度が得られるのであれば、図16に示すように、筐体1の4つの側面1cのうちの1つの側面1cに沿って点状光源3を配設してもよい。この場合、表示面の輝度が均一になるように、反射板5は、点状光源3から反光源側に向かって反射板5と散乱板2との間隙を減少させるような曲面を有している。図16は点状光源3を筐体の1つの側面のみに配設させた本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0071] さらにまた、図20に示すように、反射板5が、点状光源3から反光源側に向かって反射板5と散乱板2との間隙が増加する第1の傾斜部5aと、点状光源3から反光源側に向かって反射板5と散乱板2との間隙を減少させるような曲面とを有している。図20は点状光源3を筐体の1つの側面のみに配設させ反射板が第1の傾斜部を有する本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0072] また、本実施の形態1においては、屈折素子8として断面が台形形状の四角柱を用いているが、屈折素子への照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の照射光による屈折素子からの放射光を、筐体1の底面1b側に屈折させることができれば、この台形形状に限られるものではない。

[0073] ここで、図17の紙面上方を筐体1の上面1a側、左方を点状光源3側とすると、例えば、図17(a)に示すように、屈折素子8は、屈折素子8の断面の下辺が上辺より長い台形形状であって、被照射面および放射面をともに傾斜させる形状であることにより、被照射面における表面反射が増加し、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。また、被照射面を下辺に対して右方に傾斜し、被照射面での表面反射を増加させることで、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の輝度ムラおよび色度ムラを一層低減することが可能である。

[0074] また、図17(b)に示すように、屈折素子8の断面形状を、被照射面および放射面を曲面で構成することにより、屈折素子へ照射される光の角度にあわせ、精細に制御することが可能である。例えば、屈折素子8への照射光の入射位置が高くなるほど点状光源からの入射角が大きくなるので、被照射面の傾き角 θ_1 および放射面の傾き角 θ_2 が小さくなることが望ましく、傾き角 θ_1 および θ_2 と等価な作用をする曲面の接線

角度が、入射位置が高くなるほど小さくなるような曲線とすることが望ましい。屈折素子8は、理想的には点状光源3の像を中空領域6の中央下部に結ぶ柱状レンズであればよい。

[0075] 図17(c)に示すように、屈折素子8は、屈折素子8の断面の下辺が上辺より長い台形状であって、被照射面を傾斜させ、放射面は下辺に対して垂直な形状であることにより、被照射面における表面反射が増加し、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。また、被照射面を下辺に対して右方に傾斜し、被照射面での表面反射を増加させることで、点状光源3の配列方向における屈折素子8からの放射光の輝度ムラおよび色度ムラを一層低減することが可能である。また、被照射面に照射された光のうち屈折素子8の底面8aまたは底面8a側のリフレクタによって反射された光が放射面に照射される場合には、放射面が下辺に対して傾斜している場合と比較して、放射面に対する入射角が大きくなり、放射面で全反射を起こしやすくなる。これにより、光源近傍の散乱板からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。

[0076] 図17(d)に示すように、屈折素子8は、屈折素子8の断面の下辺が上辺より長くほぼ平行である五角形状であって、被照射面を傾斜させ、放射面は下辺に対して垂直な第1の面と下辺に対して傾斜した第2の面から構成する形状である。この形状により、被照射面における表面反射が増加するうえ、屈折素子8内を通過する屈折素子8の底面に平行な光のうち、放射面の第2の面から放射する光は第1の面から放射する光に比べ放射面での底面側への放射角が大きくなる。このため、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。

[0077] このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。図17は本実施の形態1にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。

[0078] ここで、図21(a)は屈折素子を備えていない場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図、図21(b)は図2に示す形状の屈折素子を備えた場合の図1に示す面状光源装置のII-II線の部分断面における輝度分布図、図21(c)は図17(c)に示す形状の屈折素子を備えた場合の図1に示す面状光源装置のII

—II線の部分断面における輝度分布図である。図21(a)と図21(b)または(c)とを比較すると、屈折素子8を用いることにより、点状光源3近傍の明部が大幅に軽減されていることがわかる。また、図21(b)と図21(c)とを比較すると、屈折素子8の被照射面8cを筐体1の底面1bから上面1aに向けて中空領域6側に傾斜している形状とすることにより、点状光源3近傍の明部が一層軽減されていることがわかる。さらに、屈折素子8を用いない場合は、点状光源3近傍に色ムラが視認されたが、図2に示す形状の屈折素子8を用いた場合は大幅に色ムラが軽減され、図17(c)に示す形状の屈折素子8を用いた場合には視認されなかった。

[0079] なお、屈折素子8は成型などで作製されるが、屈折素子8の長さが長くなると反りや伸縮が大きくなるために、屈折素子8の長手方向を横切るように屈折素子8を複数に分割してもよい。例えば、図22(a)に示すように、屈折素子8の長手方向に垂直な面で分割してもよい。また、図22(b)に示すように、屈折素子8の長手方向に対して傾いた面で分割してもよい。また、図22(c)に示すように、屈折素子8の断面が複数の面で形成されるように分割してもよい。

[0080] ただし、分割した屈折素子のそれぞれ分割面間に空間が生じた場合に、図22(a)または(b)に示すような屈折素子8の分割では、点状光源3からの光のうち、屈折素子8内に一度も照射されずこの空間を通過し、中空領域6に達してしまう光が存在してしまうので、図22(c)に示すように屈折素子8を分割することが好ましい。図22(a)は図17(a)に示す屈折素子の長手方向に垂直な面で分割する場合を説明するための説明図、図22(b)は図17(a)に示す屈折素子の長手方向に対して傾いた面で分割する場合を説明するための説明図、図22(c)は図17(a)に示す屈折素子の断面が複数の面で形成されるように分割する場合を説明するための説明図である。

[0081] なお、以上の説明では、点状光源3を筐体1の側面1cに沿って筐体1の底面1b上に配設しているが、これに限られたものではなく、例えば、図24に示すように、筐体1の側面1cに配設させてもよい。この場合には、図25に示すように、点状光源3として、点状光源3の列設方向への配光分布が広く、点状光源3の列設方向に垂直な方向でありLEDの中心軸において指向性が高い配光特性を有することが好ましい。点状光源3の列設方向への配光分布が広いことにより、点状光源3が点在することによる

輝度ムラおよび色ムラを低減することが可能である。また、点状光源3の列設方向に垂直な方向に指向性が高いことにより、屈折素子で制御性よく点状光源3近傍の散乱板2から放射する光を軽減することができる。図24は点状光源を筐体の側面に配設させた本実施の形態1にかかわる他の面状光源装置の部分断面図、図25は本発明の実施の形態にかかわる点状光源に用いる他のLEDからの放射光の配光分布を示した配光分布図である。

[0082] また、点状光源3を筐体1の短辺に沿って配設しているが、筐体1の長辺側に配設させてもよい。

[0083] 以上のように、本発明の実施の形態1にかかわる面状光源装置によれば、点状光源3と中空領域6とのあいだに複数の点状光源3の配列方向に延在する屈折素子8が、屈折素子8の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体1の底面1b側に屈折させる。より好ましくは、屈折素子8の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体1の底面1bに向けて放射するように屈折させることで、屈折素子8からの放射光のうち、多くの光を筐体1の底面1b側に放射することができるため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

[0084] 実施の形態2

図26は本発明の実施の形態2にかかわる面状光源装置の部分断面図、図27は本実施の形態2にかかわる他の屈折素子の部分断面図である。図26において、図1〜25と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。屈折素子11は、筐体1の底面1bまたは散乱板2に対してほぼ平行な底面11aと、点状光源3側に底面11aの第1の稜11bを通り底面11aに対して第1の稜11bから筐体1の底面1bと反対側に所定の傾き角 θ_1 をなす被照射面11cと、底面11aに対して複数のほぼ平行な面11gと、複数の平行な面11gのそれぞれの稜11dを通り平行な面11gに対して稜11dから筐体1の底面1bと反対側に所定の傾き角 θ_2 をなす放射面11eと、底面11aと平行に対向する対向面11fとを有している。なお、この屈折素子11が複数の平行な面11gおよび放射面11eから構成されるところのみが実施の形態1と異なるとこ

ろであり、後述する屈折素子11による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0085] 実施の形態1においては、図2のように単一のプリズムである屈折素子8で構成しているので、小さな傾き角 θ_2 を必要とする場合には屈折素子8の厚さが厚くなり、装置として小型化や軽量化が難しくなる。しかし、本実施の形態2においては、図26に示すように、屈折素子11を、多数のプリズムを繰り返し配置したプリズムアレイを有する構成とすることにより、屈折素子11を薄くすることができ、装置として小型化および軽量化が可能になる。

[0086] なお、本実施の形態2においては、点状光源3からの光が屈折素子11の平行な面11gに照射されると、放射面11eに照射される場合とは異なった方向へ放射されるために損失となる。この損失をなるべく小さく抑えるため、平行な面11gに照射される光を減らすように、放射面11eの面積を大きくする。すなわち平行な面11gは筐体の底面1bまたは屈折素子11の底面11aに平行に近い角度としている。

[0087] また、本実施の形態2において、屈折素子11のそれぞれの放射面11eは、傾き角 θ_2 が一致した平面で構成されているが、屈折素子11への照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の照射光による屈折素子11からの放射光を、筐体1の底面1b側に屈折させることができれば、この形状に限られるものではない。

[0088] ここで、図27の紙面上方を筐体1の上面1a側、左方を点状光源3側とすると、例えば、図27(a)に示すように、放射面側に傾き角 θ_2 が変化する曲面を有することにより、屈折素子11への照射光にあわせ、放射光の方向をより精細に制御することが可能である。

[0089] また、図27(b)に示すように、屈折素子11は、筐体1の上面1aから底面1bの方向に向かって徐々に放射面の傾き角 θ_2 が大きくなる形状とすることにより、上面1a側の照射光と、底面1b側の照射光に対して放射光の方向を独立に制御でき、より精細な放射光の制御が可能である。

[0090] また、図27(c)に示すように、図27(a)における被照射面側を傾斜する形状にすることで、被照射面における表面反射が増加し、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部、色ムラを低減することが可能である。また、被照射面での

表面反射を増加させることで、点状光源3の配列方向における屈折素子11からの放射光の輝度ムラおよび色度ムラを一層低減することが可能である。

[0091] このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。

[0092] 実施の形態3

図28は本発明の実施の形態3にかかわる面状光源装置の部分断面図、図29は本実施の形態3にかかわる屈折素子を示した展開図であり、図29(a)は筐体の上面側から見た上面図、図29(b)は中空領域側から見た正面図、図30は屈折素子内を通過する光が放射面で全反射する場合に起こり得る光路を示した説明図である。図28～図30において、図1～27と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。

[0093] 屈折素子12は、筐体1の底面1bまたは散乱板2に対してほぼ平行な底面12aと、点状光源3側に底面12aの第1の稜12bを通り底面12aに対して第1の稜12bから筐体1の底面1bと反対側に所定の傾き角 θ_1 をなす被照射面12cと、底面12aに対して複数のほぼ平行な面12gと、複数の平行な面12gのそれぞれの稜12dを通り平行な面12gに対して稜12dから筐体1の底面1bと反対側に所定の傾き角 θ_2 をなす放射面12eと、底面12aと平行に対向する対向面12fとを有している。さらに、屈折素子12の被照射面12cが、筐体1の厚み方向に延在する凹部12hを有している。なお、本実施の形態3においては、凹部12hは2つの平面を組み合わせで構成し、隣接する凹部12hにより頂角 θ_3 ($0^\circ < \theta_3 < 180^\circ$) の凸部をなしている。

[0094] なお、この屈折素子12が被照射面12cに筐体1の厚み方向に延在する凹部12hを有しているところのみが実施の形態1および2と異なる点であり、後述する屈折素子12の凹部12hによる作用効果以外は、実施の形態1および2と同様の作用効果を奏する。

[0095] 実施の形態3においては、図29に示すように、光源側にある屈折素子12の被照射面12cに、筐体1の厚み方向に延在する凹部12hを形成することにより、被照射面12c全体に対して離散的となっている複数の点状光源3からの光の集合を、被照射面12cに照射された光に屈折素子12内部で長手方向に広がりを持たせることで、屈折

素子12の放射面全体における明暗ムラを低減することが可能になる。また、赤色、緑色および青色からなる単色光を混色することができるために、色度ムラの発生を抑制することが可能である。

[0096] ここで、屈折素子12の屈折率を n (n は空気の屈折率1より大)、屈折素子12の隣接する凹部12hによりなされる頂角を θ_3 ($0^\circ < \theta_3 < 180^\circ$)、点状光源3からの前記屈折素子12の被照射面12cへの入射角を ϕ_2 ($-90^\circ < \phi_2 < 90^\circ$)とすると、屈折素子12の放射面12eにおける全反射によるロスを防ぐために、次の不等式(6)を満たすことが好ましい。

$$\begin{aligned}
 [0097] \quad 1 > n \times \sin \beta_1 &= n \times \sin(90^\circ - \theta_3 / 2 - \alpha_1) \\
 &= n \times \sin(90^\circ - \theta_3 / 2 - \sin^{-1} \\
 &\quad ((1/n) \times \sin \phi_2)) \quad (6)
 \end{aligned}$$

また、本実施の形態3において、屈折素子12は、凹部12hが2つの平面を組み合わせ構成し、隣接する凹部12hにより頂角 θ_3 ($0^\circ < \theta_3 < 180^\circ$)の凸部をなして構成されているが、被照射面12cに照射された光を屈折素子12内部で長手方向に広がりを持たせることができれば、この形状に限られるものではない。

[0098] 例えば、図31に示すように、凹部が凹レンズをなす曲面であり、隣接する凹部により頂角の凸部をなしている形状であることにより、凹部の位置により屈折角の調整が可能であり、より精細に制御することが可能である。なお、図31は本実施の形態3にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図31(a)は筐体の上面側から見た上面図、図31(b)は中空領域側から見た正面図、図31(c)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

[0099] また、屈折素子の被照射面または放射面に、筐体の厚み方向に凹部が延在するプリズムシートや屈折素子の長手方向に対する散乱度が短手方向に対する散乱度と比べて大きい異方性散乱機能を有するシートを貼り合わせることで、屈折素子の長手方向に広がりを持たせてもよい。

[0100] このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。

[0101] 実施の形態4

図32は本発明の実施の形態4にかかわる面状光源装置の断面図、図33は屈折素子の作用を説明する図であり、図33(a)は本実施の形態における屈折素子の近傍の拡大図、図33(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。図32～33において、図1～31と同じ符号は、図1～31に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態4は、後述する屈折素子48の形状および屈折素子48の底面48aを粗面としたことのみが実施の形態1と異なっており、屈折素子48による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0102] 本実施の形態4における屈折素子48は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面48aと、該底面48aと平行に対向する対向面48fと、前記底面48aと対向面48fに接し、中空領域6側に傾いた被照射面48cと、前記底面48aと対向面48fに接し、点状光源3側に傾いた放射面48eとを有している。また、前記底面48aは、光散乱手段として微細な凹凸を設けた粗面にされている。なお、該屈折素子48はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。

[0103] 前記屈折素子48は、点状光源3から直接またはリフレクタ7を介して照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。なお、被照射面48cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射するように、被照射面48cおよび放射面48eの傾きを調整するのがより好ましい。

[0104] 本実施の形態4においては、図33(a)に示されるように、屈折素子48の底面48aを粗面にしているため、図33(b)に示す図17(a)のように屈折素子108の底面に到達して反射し点状光源3の近傍の散乱板2から放射していた光を広げることができ、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、底面48aで散乱反射することにより、屈折素子48の長手方向に対しても光が広がるため、点状光源3が離散的に配置されたことに起因する輝度ムラや色ムラも改善することができる。なお、一部の光は底面48aから放射するが、リフレクタ7で反射され、再度屈折素子48内に戻り利用される。

[0105] なお、本実施の形態4において、屈折素子48の底面48aは光散乱手段として粗面にしているが、本発明では、これに限られるものではない。

- [0106] たとえば、図34に示されるように、屈折素子48の底面48aに屈折素子48の短手方向に沿って伸びる溝を形成することにより、底面48aで反射した光の屈折素子の長手方向に対する広がりを選択的に制御することができる。このため、点状光源3が離散的に配置されたことに起因する輝度ムラや色ムラを改善することができる。なお、図34(a)は屈折素子の断面図であり、図34(b)は屈折素子を中空領域側から見た図である。
- [0107] また、図35に示されるように、屈折素子48の底面48aに長手方向に沿って伸びる溝を形成することにより、底面48aで反射した光の屈折素子の短手方向に対する広がりを選択的に制御することができる。このため、点状光源3の近傍で輝度が高くなることを緩和することができ、輝度ムラを改善することができる。なお、図35(a)は屈折素子の断面図であり、図35(b)は屈折素子を中空領域側から見た図である。
- [0108] また、前記光散乱手段として、屈折素子48の底面48aに散乱シートや白色などの散乱反射シートを貼り付けることができる。さらには、直交する方向で散乱度合いの異なる異方性散乱シートを貼り付けることもできる。この異方性散乱シートを用いることにより、屈折素子の長手方向と短手方向で光の広がりを独立に制御することが可能となり、効果的に入光近傍の輝度ムラおよび色ムラを改善することができる。
- [0109] なお、本実施の形態4においては、屈折素子48の底面48aに光散乱手段を設けることにより、入光近傍の輝度ムラおよび色ムラを改善しているが、本発明においては、屈折素子の形状はこれに限られるものではなく、たとえば実施の形態1〜3に示した形状の屈折素子の底面に光散乱手段を設けることにより、実施の形態1〜3に示した効果と本実施の形態4の効果によって、さらに散乱板2からの放射光の輝度ムラおよび色ムラを改善することができる。
- [0110] 以上説明した実施の形態においては、複数の点状光源3が実装された点状光源基板4が筐体1の対向する2つの側面1cに沿って並設されているが、十分な輝度が得られるのであれば、筐体1の4つの側面1cのうちの1つの側面1cに沿って点状光源3を配設することができる。また、輝度が不足するのであれば3つまたは4つの側面1cに沿って点状光源3を配設してもよい。
- [0111] また、以上説明した実施形態においては、反射板5として光を正反射する機能を有

する正反射材を用いているが、正反射材の表面の一部を荒らす、または反射板の一部に白色の樹脂製シートもしくは金属板を白色に塗装した散乱反射部を設けたものを用いることもできる。とくに筐体1の底面1bの中央近傍などの点状光源3から離れた位置に散乱反射部を設けることにより、点状光源3から離れた位置の輝度を高めることができる。

[0112] 実施の形態5

図36は本発明の実施の形態5にかかわる面状光源装置の部分断面図である。図36において、図1〜35と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。屈折素子13は、被照射面13aと放射面13bとをつなぐ少なくとも1つの側面13dを有し、側面13dが点状光源3から屈折素子13への照射光を全反射する。特に、図5に示すような、LEDの中心軸に対して十分な角度において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、側面13dが点状光源3から屈折素子13への照射光の配光分布のうち光度が最大である方向の光を全反射することが好ましい。また、図25に示すような、LEDの中心軸において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、点状光源3から屈折素子13への照射光の配光分布のうち光度が最大である方向の光は側面13dに照射されることなく放射面13bに到達することとなる。

[0113] なお、本実施の形態5における屈折素子13の側面は、屈折素子13の長手方向に垂直な筐体1の側面1cに対して平行である対向する2つの平面13cと、対向する2つの平面をつなぐ対向する2つの曲面13dから構成される。

[0114] また、点状光源3であるLEDからのあらゆる方向の光を被照射面13aに対してほぼ垂直に照射されるように、被照射面13aは、LED素子を封止した樹脂のレンズ形状に合わせてLEDを包囲するように半球形状とする。これにより、被照射面13aにおける入射角を小さくする(直角入射)ことができ、被照射面13aへ照射された光を効率よく曲面13dまたは放射面13bに照射されることができる。

[0115] また、屈折素子13の放射面13bは曲面であり、筐体1の上面1aから底面1bに向かって徐々に曲面の接線の傾きが筐体1の底面1bに対して大きくなるような形状であることで、放射面13bのいずれの位置から放射した光も中空領域6の中央下部、すなわ

ち、反光源側の遠方に到達することとなる。

[0116] なお、本実施の形態5においては、点状光源3から屈折素子13への照射光を全反射するような屈折素子13の側面13dを設けているところだけが実施の形態1〜3と異なっており、後述する屈折素子13の側面による作用効果以外は、実施の形態1〜3と同様の作用効果を奏する。

[0117] 本実施の形態5においては、屈折素子13の側面である曲面13dで、光を全反射させることにより、光を側面から屈折素子13の外部に放射することなく、効率よく光の指向性を整えたうえで、放射面13dで光の方向を筐体1の底面1b側に屈折して放射することができるので、光源近傍の明部を軽減することが可能となる。

[0118] また、本実施の形態5において、屈折素子13は、屈折素子13の長手方向に垂直な筐体1の側面1cに対して平行である対向する2つの平面13cと、対向する2つの平面をつなぐ対向する2つの曲面13dから構成されているが、点状光源3から屈折素子13への照射光を側面で全反射することができれば、この形状に限られるものではない。

[0119] 例えば、図37に示すように、屈折素子13は、被照射面と放射面とをつなぐ側面が、屈折素子13の長手方向に垂直な筐体1の側面1cに対して平行である対向する2つの平面と、対向する2つの平面をつなぐ対向する2つの傾斜曲面からなる。2つの傾斜曲面は被照射面から放射面に向かって筐体1の上面1aまたは底面1bとの間隙をそれぞれ減少させるように筐体1の底面1bに対して傾斜し、上面1a側の傾斜曲面が底面1b側の傾斜曲面に比べ放射面となす角が大きい。これにより、傾斜曲面で反射する光を底面側へ揃えることができ、放射面を筐体1の底面1bまたは散乱板2に対して垂直な平面とできるために、屈折素子13を薄型化することが可能である。図37は本実施の形態5にかかわる他の屈折素子を示した展開図であり、図37(a)は中空領域6側から見た正面図、図37(b)は屈折素子の長手方向から見た側面図である。

[0120] なお、屈折素子13の側面13dに蒸着等によって銀やアルミニウムなどの反射層を形成し、側面13dからの漏れ光を低減してもよい。

[0121] このように、点状光源の指向性や屈折素子と屈折素子を取り巻く周囲の媒体との屈折率比により、屈折素子の形状を選択することが好ましい。

[0122] また、複数の点状光源3を実装した点状光源基板4を、筐体1の1つの側面1cの近傍にのみ配設した場合には、点状光源3からの光を効率よく中空領域6に導く必要がある。このため、図38に示すように、筐体1の1つの側面1cの近傍にのみ点状光源3を配設した場合には、本実施の形態5における屈折素子13を用いることで、放射面13b以外の面からの放射を抑制することができるので好ましい。図38は本発明の実施の形態5にかかわる他の面状光源装置の部分断面図である。

[0123] 実施の形態6

図39は本発明の実施の形態6にかかわる面状光源装置の断面図、図40は屈折素子の作用を説明する図であり、図40(a)は本実施の形態6における屈折素子の近傍の拡大図、図40(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図、図41は屈折素子の形状を説明するための説明図である。図39～41において、図1～38と同じ符号は、図1～38に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態6は、後述する屈折素子8の形状に特徴を有することのみが実施の形態1と異なっており、屈折素子8による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0124] 本実施の形態6における屈折素子8は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、前記屈折素子8の点状光源3に対向する被照射面8cは、筐体1の底面1bから上面1eに向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなる形状を有しており、屈折素子8に照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面8cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射させる形状であることがより好ましい。

[0125] 前記屈折素子8は、筐体1の底面1bに対してほぼ垂直な第1面8c1および第1面8c1に連続し中空領域6側に傾斜した第2面8c2とからなる被照射面8cと、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面8aと、該底面8aの中空領域6側の稜8dを通り点状光源3側に傾斜する放射面8eと、前記底面8aと平行に対向する対向面8fとを有している。前記屈折素子8はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。なお、本実施の形態6においては、被照射面8cは2つの平面だけで構成されているので

、加工が容易である。

[0126] ここで、図40(a)に示されるように、本実施の形態においては、被照射面8cに底面1bにほぼ垂直な第1面8c1を設けているため、図40(b)に示すように屈折素子108の底面に到達する光を抑制できる。このため、底面8aで反射し、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、被照射面8cに第2面8c2として、第1面8c1に連続し中空領域6側に傾斜した面を設けているため、第2面8c2に到達した光のうち表面反射し、リフレクタ7側に戻り再利用される光L1が増加する。このため、点状光源3の近傍の散乱板2からの放射光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

[0127] ここで、被照射面8cを構成する第1面8c1は前述の通り点状光源3を発し被照射面8cで屈折し底面8aに到達する光を低減させるために設けるものである。したがって、第1面8c1の高さは、点状光源から放射した光の配光分布において点状光源の中心軸に対する角度が最大となる角度(以下、最大配光角という)の放射光のうち被照射面8cで屈折し稜8dに到達する光が、被照射面8cに照射される高さ以下でよい。図41を用いて本実施の形態における第1面8c1の高さを説明する。図41において、紙面左側が点状光源3側であり、右側が中空領域6側である。本実施の形態において点状光源3の最大配光角は図5に示すようにほぼ90度であるから、底面8aにほぼ平行な光が最大配光角の光となる。ここで、点状光源3を発し第2面8c2で屈折し稜8dに到達する平行な光が、第2面8c2に照射される点をPとする。この点Pより底面8a側で第2面8c2に到達した光の一部は底面8aに到達するが、点Pより対向面8f側で第2面8c2に達した光は底面8aには到達せずに放射面8eから放射する。すなわち点Pより底面8a側の範囲に第1面8c1を設ければよい。よって、第2面8c2の傾斜角度を θ 、屈折素子8の屈折率を $n1$ 、屈折素子の幅を $w1$ および第1面8c1の高さを $h1$ とすると、つぎの式(7)を満たす範囲とすればよい。

$$[0128] \quad 0 < h1 \leq w1 / (\tan(\theta + \sin^{-1}(\sin(90 - \theta) / n1)))$$

(7)

なお、本実施の形態6において、屈折素子8の被照射面8cは2つの平面で構成されているが、本発明においては、被照射面8cが筐体1の底面1bから上面1aに向け

て前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなる形状であれば、この形状に限られるものではない。

[0129] たとえば、図42に示されるように、屈折素子8の被照射面8cを多面で形成することができる。または図43に示されるように、屈折素子8の被照射面8cを曲面で形成することもできる。このように、被照射面を多面または曲面で形成することによって、より精細に光の方向を制御することができる。

[0130] 実施の形態7

図44は本発明の実施の形態7にかかわる面状光源装置の断面図、図45は屈折素子の作用を説明する部分断面図であり、図45(a)は本実施の形態7における屈折素子の近傍の拡大図、図45(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図、図46は屈折素子の形状を説明するための説明図である。図44～46において、図1～43と同じ符号は、図1～43に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態7は、後述する屈折素子18の形状のみが実施の形態1と異なっており、該屈折素子18による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0131] 本実施の形態7における屈折素子18は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、該屈折素子18の中空領域6に対向する放射面18eは、前記筐体1の底面1bから上面1aに向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状を有し、屈折素子18に照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面18cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射する形状であることがより好ましい。

[0132] 前記屈折素子18は、点状光源3側に傾斜した第1面18e1および該第1面18e1に連続し筐体1の底面1bに対してほぼ垂直な第2面18e2からなる中空領域6側の放射面18eと、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面18aと、該底面18aの点状光源3側の稜18bを通り中空領域6側に傾斜する被照射面18cと、前記底面18aと平行に対向する対向面18fとを有している。該屈折素子18はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。なお、本実施の形態7においては、放射面18eは2つ

の平面だけで構成されているので、加工が容易である。

[0133] 本実施の形態7においては、放射面18eを図45(a)に示されるように、点状光源3側に傾いた第1面18e1と底面1bにほぼ垂直な第2面18e2で構成しているため、図45(b)に示す屈折素子108と同等の厚さにおいて放射面18eの底面1b側の傾斜角度 θ を小さくすることができる。このため、底面18aで反射した光を図45(b)に示す従来の屈折素子108に比べ底面1b側に強く屈折させることができ、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

[0134] なお、底面18aで反射した光のうち、底面18aから一定の高さ以上の位置で第2面18e2に到達した光は全て全反射し、リフレクタ7側に戻され再利用される。よって、第1面18e1は底面18aで反射した光が第2面18e2で全て全反射する高さ以下の範囲に設ければよい。図46を用いて本実施の形態における第1面18e1の高さを説明する。図46において紙面左側が点状光源3側であり、右側が中空領域6側である。底面18aで反射され第2面18e2に到達した光と第2面18e2の法線がなす角度を ϕ 、屈折素子18の屈折率を n_2 とすると、つぎの式(8)を満たす光は第2面18e2で全反射する。

$$[0135] \quad \phi \geq \sin^{-1}(1/n) \quad (8)$$

ここで、 $\phi = \sin^{-1}(1/n)$ の反射光のうち、第2面18e2での到達点の最大高さを h_3 、屈折素子18の稜18bと第2面18e2の幅を w_2 とすると、高さ h_3 はつぎの式(9)で表される。すなわち、底面18aで反射され第2面18e2に h_3 以上の高さで到達した光は全て全反射する。

$$[0136] \quad \begin{aligned} h_3 &= w_2 \times \tan \phi \\ &= w_2 \times \tan(\sin^{-1}(1/n)) \end{aligned} \quad (9)$$

よって、第1面18e1の高さを h_2 とすると、 h_2 は h_3 以下でよく、つぎの式(10)で示す範囲となる。

$$[0137] \quad 0 < h_2 \leq w_2 \times \tan(\sin^{-1}(1/n)) \quad (10)$$

なお、本実施の形態7において、屈折素子18の放射面18eは2つの平面で構成されているが、本発明においては、放射面18eが筐体1の底面1bから上面1aに向けて

前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状であれば、この形状に限られるものではない。

[0138] たとえば、図47に示されるように、屈折素子18の放射面18eを多面で形成することができる。または図48に示されるように、屈折素子18の放射面18eを曲面で形成することもできる。このように、放射面を多面または曲面で形成することによって、より精細に光の方向を制御することができる。

[0139] 実施の形態8

図49は本発明の実施の形態8にかかわる面状光源装置の断面図、図50は屈折素子の作用を説明する部分断面図であり、図50(a)は本実施の形態8における屈折素子の近傍の拡大図、図50(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。図49～50において、図1～48と同じ符号は、図1～48に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態8は、後述する屈折素子28の形状のみが実施の形態1と異なっており、該屈折素子28による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0140] 本実施の形態8における屈折素子28は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、点状光源3に対向する被照射面28cは筐体1の底面1bから上面1aに向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなり、中空領域6に対向する放射面28eは筐体1の底面1bから上面1aに向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状を有し、屈折素子28に照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面28cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射する形状であることがより好ましい。

[0141] 前記屈折素子28は、筐体1の底面1bに対してほぼ垂直な第1面28c1および第1面28c1に連続し中空領域6側に傾斜した第2面28c2からなる点状光源3側の被照射面28cと、中空領域6側の放射面28eが点状光源3側に傾斜した第1面28e1と、該第1面28e1に連続し筐体1の底面1bに対してほぼ垂直な第2面28e2とからなる。さらに筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面28aと、該底面28aと平行に対向す

る対向面28fとを有している。該屈折素子28はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。なお、本実施の形態8においては、被照射面28cおよび放射面28eは、それぞれ2つの平面だけで構成されているので、加工が容易である。

[0142] 本実施の形態8においては、被照射面28cに図50(a)に示されるように、底面1bにほぼ垂直な第1面28c1を設けているため、図50(b)に示すように屈折素子108の底面に到達する光を抑制することができる。このため、底面28aで反射し、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、被照射面28cとして、第1面28c1に連続し中空領域6側に傾斜した第2面28c2を設けているため、光源から第2面28c2に到達した光のうち表面反射し、リフレクタ7側に戻り再利用される光L1が増加する。このため、点状光源3の近傍の散乱板2からの放射光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

[0143] さらに放射面28eに点状光源3側に傾斜した第1面28e1を設けているため、被照射面28cを構成する第1面28c1から照射された光を底面1b側に屈折することができ、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光がさらに低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。また、放射面28eに底面1bにほぼ垂直な第2面28e2を設けているため、屈折素子28を薄く構成することができる。なお、被照射面28cを構成する第1面28c1から照射された光が放射面28eを構成する第1面28e1に到達し屈折するために、被照射面28cの第1面28c1と第2面28c2の境界線28c3が放射面28eの第1面28e1と第2面28e2の境界線28e3に比べ底面1b側にあるのが好ましい。

[0144] なお、本実施の形態8において、屈折素子28の被照射面28cおよび放射面28eはそれぞれ2つの平面を組み合わせて構成されているが、被照射面28cが筐体1の底面1bから上面1aに向けて前記屈折素子の底面に対し中空領域側への傾斜角度が小さくなる形状であり、放射面28eが筐体1の底面1bから上面1aに向けて前記屈折素子の底面に対し点状光源側への傾斜角度が大きくなる形状であれば、この形状に限られるものではない。

[0145] たとえば、図51に示されるように、屈折素子28の被照射面28cや放射面28eを多

面で形成することができる。または図52に示されるように、屈折素子28の被照射面28cや放射面28eを曲面で形成することもできる。このように被照射面28cや放射面28eを多面または曲面で形成することによって、より精細に光の方向を制御することができる。

[0146] 実施の形態9

図53は本発明の実施の形態9にかかわる面状光源装置の断面図、図54は屈折素子の作用を説明する部分断面図であり、図54(a)は本実施の形態9における屈折素子の近傍の拡大図、図54(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図、図55は屈折素子の形状を説明するための説明図である。図53～55において、図1～52と同じ符号は、図1～52に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態9は、後述する屈折素子58の形状のみが実施の形態1と異なっており、該屈折素子58による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0147] 本実施の形態9における屈折素子58は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、該屈折素子58の点状光源3に対向する被照射面58cと中空領域6に対向する放射面58eを結ぶ底面58aは、被照射面58cから放射面58eに向けて前記筐体1の底面1bへ近づく方向に傾斜する形状を有し、屈折素子58に照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。さらに言えば、被照射面58cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射する形状である。

[0148] 前記屈折素子58は、点状光源3側に位置し中空領域6側に傾斜した被照射面58cと、中空領域6側に位置し点状光源3側に傾斜した放射面58eと、被照射面58cと放射面58eを結び被照射面58cから放射面58eに向けて前記筐体1の底面1b側へ傾斜する底面58aと、被照射面58cと放射面58eを結び筐体1の底面1bに対してほぼ平行な対向面58fとを有している。該屈折素子58はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。

[0149] 本実施の形態9においては、底面58aを図54(a)に示されるように、筐体1の底面1bに対し傾いた形状としているため、被照射面58cから照射され底面58aに到達した

光を、図54(b)に示す図17(a)の屈折素子108の底面に到達した光に比べ底面1b側に反射させることができ、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

[0150] なお、底面58aの傾斜角度は底面58aで反射し放射面58eで屈折した光が筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射するように定めることが好ましい。

[0151] 以下、図55を用いて説明するように、点状光源3から放射する最大配光角の光を屈折素子58により筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射するように制御した。ここで、屈折素子58の屈折率を n (n は空気の屈折率1より大)、屈折素子58の被照射面58cと底面58aとのなす角を θ_1 、屈折素子58の放射面58eと底面58aとのなす角を θ_2 、底面58aの筐体1の底面1bに対する傾斜角度を α 、屈折素子58の放射面58eからの放射光の筐体1の底面1bに対する角度を β とする。

[0152] 屈折素子58の被照射面58cに入射角 ϕ_1 ($-90^\circ \leq \phi_1 \leq 90^\circ$)で照射された光は、スネルの法則により、つぎの式(11)の屈折角 ϕ_1 で屈折される。

$$[0153] \quad \phi_1 = \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi_i) \quad (11)$$

また、屈折素子58内を通過する光の一部は、底面58aで全反射(入射角=反射角 $=\theta_1 + \phi_1$)し、入射角 ϕ_2 ($=\phi_1 + \theta_1 - \theta_2$)で放射面58eに照射され、スネルの法則により、つぎの式(12)の屈折角 ϕ_o で屈折素子58の放射面58eで屈折され放射することとなる。

$$[0154] \quad \begin{aligned} \phi_o &= \sin^{-1}(n \times \sin \phi_2) \\ &= \sin^{-1}(n \times \sin(\phi_1 + \theta_1 - \theta_2)) \\ &= \sin^{-1}(n \times \sin(\sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi_i) + \theta_1 - \theta_2)) \end{aligned} \quad (12)$$

屈折素子58の放射面58eからの放射光を筐体1の底面1b側に放射するには、筐体1の底面1bに対する角度 β ($=(\alpha + \theta_2) + \phi_o - 90^\circ$)が 0° 以上であればよい。

[0155] すなわち、つぎの不等式(13)を満たせばよいことになる。

$$[0156] \quad \begin{aligned} 0^\circ \leq \beta &= (\alpha + \theta_2) + \phi_o - 90^\circ \\ &= \alpha + \theta_2 + \sin^{-1}(n \times \sin(\sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi_i) \\ &\quad + \theta_1 - \theta_2)) - 90^\circ \end{aligned} \quad (13)$$

ここで、不等式(13)より入射角 ϕ_i が小さくなるにしたがい、角度 β も小さくなる。よって、点状光源3からの放射光のうち入射角 ϕ_i が最も小さくなる光、すなわち、最大配光角の光において不等式(13)を満たすように α を設定すれば底面58aで反射する光はすべて筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射するため好ましい。たとえば、図5に示されるように、LED素子の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LEDからの放射光の最大配光角が 90° のLEDを点状光源3として用いた場合には、最大配光角の光が屈折素子58の被照射面58cに照射される入射角 ϕ_i は、 $\phi_i = 90^\circ - (\theta_1 - \alpha)$ であり、不等式(13)より、つぎの不等式(14)を満たすことにより、底面58aで反射する光はすべて筐体1の開口部1d側より底面1b側に放射することができ、点状光源3の近傍で散乱板2からの放射光が低減し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

$$[0157] \quad 0^\circ \leq \beta = (\alpha + \theta_2) + \sin^{-1}(n \times \sin(\sin^{-1}((1/n) \times \sin(90^\circ - (\theta_1 - \alpha)))) + \theta_1 - \theta_2) - 90^\circ \quad (14)$$

[0158] 実施の形態10

図56は本発明の実施の形態9にかかわる面状光源装置の断面図、図57は屈折素子の作用を説明する図であり、図57(a)は本実施の形態における屈折素子の近傍の拡大図、図57(b)は図17(a)の屈折素子の近傍の拡大図である。図56～57において、図1～55と同じ符号は、図1～55に示されるものと同一または相当部分を示し、その説明を省略する。本実施の形態10は、後述する屈折素子38の形状および屈折素子38の底面38aに光吸収部材を設けたことのみが実施の形態1と異なっており、屈折素子38による作用効果以外は、実施の形態1と同様の作用効果を奏する。

[0159] 本実施の形態10における屈折素子38は、点状光源3と中空領域6とのあいだにおいて、複数の点状光源3の配列方向に沿って設けられ、筐体1の底面1bに対してほぼ平行な底面38aと、該底面38aと平行に対向する対向面38fと、前記底面38aと対向面38fに接し、中空領域6側に傾いた被照射面38cと、前記底面38aと対向面38fに接し、点状光源3側に傾いた放射面38eとを有している。また、前記底面38aには、光吸収部材39として黒色シートが貼り付けられている。なお、該屈折素子38はアクリルなどの透明樹脂またはガラスから作製されている。

[0160] 前記屈折素子38は、点状光源3から直接またはリフレクタ7を介して照射された光を筐体1の底面1b側に屈折させ放射する。なお、被照射面38cに対する照射光のうち、光度が最大である入射角の光を筐体1の開口部1d側より底面1b側に屈折して放射するように、被照射面38cおよび放射面38eの傾きを調整するのがより好ましい。

[0161] 本実施の形態10においては、図57(a)に示されるように、屈折素子38の底面38aに光吸収部材39を貼り付けているため、屈折素子38の底面38aに到達した光を吸収でき、図57(b)に示すように屈折素子108の底面に到達して反射し、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光を抑制し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

[0162] なお、本実施の形態10においては、光吸収部材39に黒色シートを用いているが、本発明では、少なくとも一部の光を吸収する機能を有していれば、これに限られるものではなく、たとえば灰色のシートを用いることができる。または屈折素子38の底面に灰色や黒色の塗装を施してもよい。

[0163] なお、本実施の形態10においては、屈折素子38の底面38aに光吸収部材39を用いて、点状光源3の近傍の散乱板2から放射する光を抑制し、散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善しているが、本発明においては、屈折素子の形状はこれに限られるものではなく、たとえば実施の形態1〜9に示した形状の屈折素子の底面に光吸収部材を用いることにより、実施の形態1〜9に示した効果と本実施の形態10の効果によって、さらに散乱板2からの放射光の輝度ムラを改善することができる。

[0164] 実施の形態11

図58は本発明の実施の形態11にかかわる面状光源装置の部分断面図、図59は本実施の形態11にかかわる点状光源基板4と筐体の底面との位置関係を説明するための説明図である。図58および図59において、図1〜図57と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。点状光源基板4は、点状光源3の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとが角度 δ をなすように、筐体1に配設している。

[0165] なお、本実施の形態11においては、面状光源装置に屈折素子を設けず、点状光源3の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとが角度 δ をなすように、点状光

源基板4を筐体1の底面1bまたは散乱板2に対して傾けるところだけが実施の形態1〜4と異なっており、後述する点状光源基板4による作用効果以外は、実施の形態1〜4と同様の作用効果を奏する。

[0166] 点状光源3からはあらゆる方向への放射光が存在するが、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる角度 ϕ_3 ($-90^\circ \leq \phi_3 \leq 90^\circ$)の放射光を、筐体1の底面1b側に放射させることにより、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減し、光源近傍の明部を改善することができる。特に、点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる光を筐体1の底面1bに向ける、すなわち、光度が最大となる光が水平以下となるように点状光源基板4を傾けることにより、多くの光は反射板5を介して散乱板2から放射することとなり、さらに効果的に、光源近傍の散乱板2からの放射光を低減できる。また、中空領域6内での光の伝播距離が増加するために、光の混色および混合が促進され、輝度ムラおよび色度ムラを大幅に低減できるために好ましい。

[0167] 以下、図59に示すように、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる角度 ϕ_3 の放射光が、筐体1の底面1bに対して水平となる場合を用いて説明する。

[0168] 点状光源3から放射角 ϕ_3 で放射した光が、筐体1の底面1bに対して水平であるためには、次式(15)を満たす。

$$[0169] \quad \delta + \phi_3 = 90^\circ \quad (15)$$

点状光源3から放射角 ϕ_3 で放射した光を、筐体1の底面1bに向けて放射するには、式(15)により、次の不等式(16)を満たせばよいことになる。

$$[0170] \quad \delta + \phi_3 \geq 90^\circ \quad (16)$$

ここで、点状光源3であるLEDは、LED素子をレンズ形状の樹脂で封止することで放射光の指向性を制御している。例えば、図5に示すように、LED素子の配列方向の中心軸に対して鉛直上方から右回りを正として、LEDからの放射光の角度が $\pm 80^\circ$ において光度が最大となる配光分布を有するLEDを点状光源3として用いた場合には、放射角 ϕ_3 は 80° であり、点状光源3のLED単体の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとのなす角 δ は、不等式(16)より、 $\delta \geq 10^\circ$ を満たすことにより

、光源近傍の明部を低減し、輝度分布を改善できる。

[0171] また、図58に示すように、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大である放射光の放射する位置 S_1 を基準に筐体1の開口部1dの中心 O_1 までの水平距離を L_1 、筐体1の開口部1dの中心 O_1 から筐体1の底部1b側に配置された反射板5までの垂直距離を d_1 とする。ここで、次式(17)を満たすことで、位置 S_1 から放射する放射光を筐体1の底面1b中央の反射板5で最初に反射させることができ、点状光源近傍と比較して表示面中央の輝度を高めることができるので好ましい。

$$[0172] \quad \tan^{-1}(d_1/L_1) = \delta + \phi_3 - 90^\circ \quad (17)$$

なお、点状光源3から中空領域6に直接到達する光で、リフレクタ7によって囲まれた領域と中空領域との境界である仮想面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角と、点状光源3からリフレクタ7で反射され中空領域6に到達する光で、リフレクタ7によって囲まれた領域と中空領域との境界である仮想面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角とが一致するようなリフレクタ7の形状とすることで、光源からの光を効率よく筐体1の底面1b側に放射することが可能であるので好ましい。

[0173] 本実施の形態11においては、不等式(16)を満たすことにより、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる放射光を筐体1の底面1b側に放射することができるため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

[0174] また、点状光源3と中空領域6との間に介在していた屈折素子を設けないために、屈折素子の被照射面、側面および放射面での光の反射ロスが生じず、光の利用効率が高い面状光源装置を得ることができる。

[0175] また、面状光源装置に屈折素子を設ける必要がないので、部材点数の削減および部材コストの低減が可能である。

[0176] 実施の形態12

図60は本発明の実施の形態12にかかわる面状光源装置の部分断面図である。図

60において、図1〜59と同じ符号は、同一または相当部分を示し、その説明を省略する。点状光源基板4は、点状光源3の中心軸14に垂直な平面15と筐体1の底面1bとが角度 δ が 180° をなすように、すなわち、筐体1の上面1a側に点状光源3が位置するように、筐体1に配設している。

[0177] なお、本実施の形態12においては、筐体1の上面1a側に点状光源3が位置するように、点状光源基板4を筐体1に配設しているところだけが実施の形態11と異なり、後述する点状光源基板4による作用効果以外は、実施の形態11と同様の作用効果を奏する。

[0178] 本実施の形態12においては、筐体1の上面側1aに点状光源3が位置することにより、点状光源3からのほぼ全ての放射光は筐体1の底面1b側に放射することができるため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

[0179] また、図60に示すように、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大である放射光の放射角を ϕ_3 ($-90^\circ < \phi_3 < 0^\circ$)、点状光源3の中心軸14に対する点状光源3からの放射光の配光分布のうち光度が最大である放射光の放射する位置 S_2 を基準に筐体1の開口部1dの中心 O_2 までの水平距離を L_2 、筐体1の開口部1dの中心 O_2 から筐体1の底面1b側に配置された反射板5までの垂直距離を d_2 とする。ここで、次式(18)を満たすことで、位置 S_2 から放射する放射光を筐体1の底面1b中央の反射板5で最初に反射させることができ、点状光源近傍と比較して表示面中央の輝度を高めることができるので好ましい。

[0180]
$$\tan^{-1}(d_2/L_2) = 90^\circ + \phi_3 \quad (18)$$

以上説明したように、各実施の形態において、多様な形状の屈折素子、リフレクタ、散乱反射部、第1の傾斜部もしくは第2の傾斜部を有する反射板、または遮光パターンを有する散乱板を個別に用いることによりそれぞれの部材による効果を得ているが、複数の種類の部材を組み合わせることによりさらなる効果が期待できる。

産業上の利用可能性

[0181] 本発明は以上説明したように、点状光源と中空領域とのあいだに複数の点状光源の配列方向に延在する屈折素子を有し、屈折素子は、屈折素子の被照射面に対す

る照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を筐体の底面側に屈折させることにより、屈折素子からの放射光のうち、多くの光を筐体の底面側に放射することができる。このため、点状光源近傍における輝度が、点状光源から遠方の位置の輝度に比べて高くなることなく、表示面の輝度ムラを抑制することができる。

請求の範囲

- [1] 上面に開口部を有し、中空領域を有する筐体と、
前記開口部に配設された散乱板と、
前記筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、
前記筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、
前記点状光源と前記中空領域とのあいだに前記複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、前記屈折素子は、前記屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を前記筐体の底面側に屈折させることを特徴とする面状光源装置。
- [2] 上面に開口部を有し、中空領域を有する筐体と、
前記開口部に配設された散乱板と、
前記筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、
前記筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源と、
少なくとも前記中空領域側を除いて前記点状光源を包囲するリフレクタとを有する面状光源装置であって、
前記リフレクタの上面と前記筐体の上面との間隙に第2のリフレクタを設けており、
前記リフレクタの先端部が有効表示領域の端部より前記中空領域側に延在している請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [3] 前記屈折素子の被照射面は前記筐体の底面側から前記筐体の上面に向けて前記中空領域側に傾斜している請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [4] 前記屈折素子の屈折率を n ($n > 1$)、前記屈折素子の被照射面の傾き角を θ_1 ($0^\circ < \theta_1 \leq 90^\circ$)、前記屈折素子の放射面の傾き角を θ_2 ($0^\circ < \theta_2 \leq 90^\circ$)、前記屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角を ϕ_1 ($-90^\circ < \phi_1 < 90^\circ$)とすると、

$$\sin^{-1}(n \times \sin(180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \sin^{-1}((1/n) \times \sin \phi_1))) - (90^\circ - \theta_2) \geq 0^\circ$$
を満たしている請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [5] 前記屈折素子は、底面と、前記点状光源側に前記屈折素子の底面の第1の稜を通り

前記屈折素子の底面に対して前記第1の稜から前記筐体の底面と反対側に所定の傾き角をなす被照射面と、前記屈折素子の底面に対して複数のほぼ平行な面と、複数の前記ほぼ平行な面のそれぞれの稜を通り前記ほぼ平行な面に対して前記稜から前記筐体の底面と反対側に所定の傾き角をなす放射面とを有する請求の範囲第1項記載の面状光源装置。

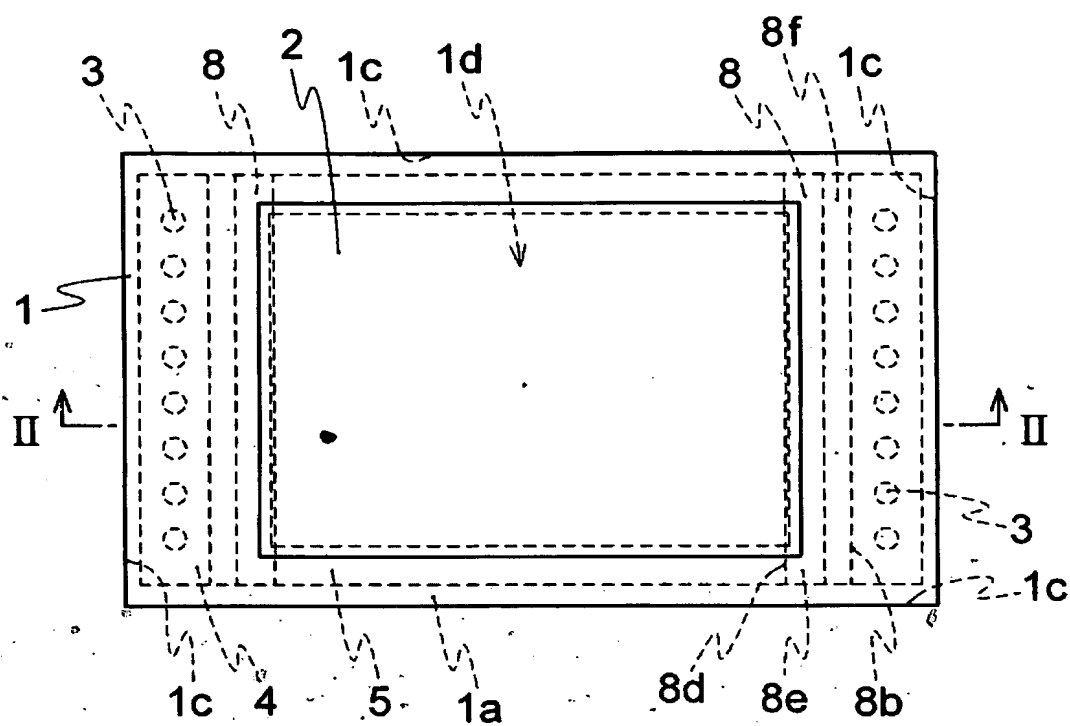
- [6] 前記屈折素子が、照射された光を前記屈折素子の長手方向に広がりを持たせる手段を有する請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [7] 前記屈折素子の底面に光散乱手段が設けられてなる請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [8] 前記屈折素子が、被照射面と放射面とをつなぐ少なくとも1つの側面を有し、前記側面が前記点状光源から前記屈折素子への照射光を全反射する請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [9] 前記反射板は、前記点状光源から前記筐体の中空領域側の対向側面までに前記散乱板と前記反射板との間隙が増加する第1の傾斜部を有する請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [10] 前記反射板が、前記点状光源から中空領域側の対向側面までに前記散乱板と前記反射板との間隙が減少する第2の傾斜部を有している請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [11] 前記屈折素子の前記点状光源に対向する被照射面と前記中空領域に対向する放射面を結ぶ前記屈折素子の底面が、前記被照射面から遠ざかるに従い前記筐体の底面へ近づく方向に傾斜している請求の範囲第1項記載の面状光源装置。
- [12] 請求の範囲第1項記載の面状光源装置と、該面状光源装置の上部に配置される表示部とを備える表示装置。
- [13] 上面に開口部を有し、中空領域を有する筐体と、
前記開口部に配設された散乱板と、
前記筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、
前記筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、

前記点状光源の中心軸に垂直な平面が前記散乱板に対し傾斜していることを特徴とする面状光源装置。

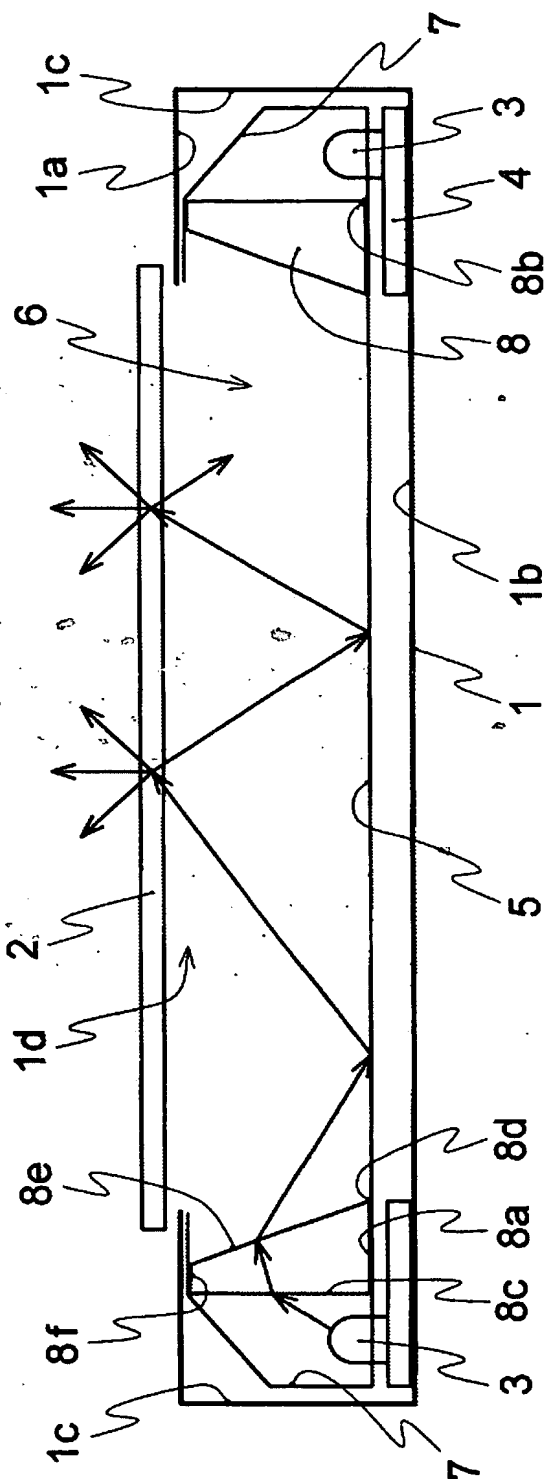
- [14] 前記点状光源と前記中空領域とのあいだに前記複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、前記屈折素子は、前記屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を前記筐体の底面側に屈折させる請求の範囲第13項記載の面状光源装置。
- [15] 請求の範囲第13項記載の面状光源装置と、該面状光源装置の上部に配置される表示部とを備える表示装置。
- [16] 上面に開口部を有し、中空領域を有する筐体と、
前記開口部に配設された散乱板と、
前記筐体の中空領域の底部に配置された反射板と、
前記筐体の少なくとも1つの側面に沿って列設された複数の点状光源とを有する面状光源装置であって、
前記点状光源の中心軸に対する前記点状光源からの放射光の配光分布のうち光度が最大となる角度を ϕ_3 ($-90^\circ \leq \phi_3 \leq 90^\circ$)、前記中心軸に垂直な平面が筐体の底面となす角を δ とすると、
$$\delta + \phi_3 \geq 90^\circ$$

を満たし、
前記点状光源が前記筐体の上面内側に配設されていることを特徴とする面状光源装置。
- [17] 前記点状光源と前記中空領域とのあいだに前記複数の列設された点状光源に平行に配置され、前記点状光源の発光を屈折させる屈折素子を有し、前記屈折素子は、前記屈折素子の被照射面に対する照射光の配光分布のうち光度が最大である入射角の光を前記筐体の底面側に屈折させることを特徴とする請求項16記載の面状光源装置。
- [18] 請求の範囲第16項記載の面状光源装置と、該面状光源装置の上部に配置される表示部とを備える表示装置。

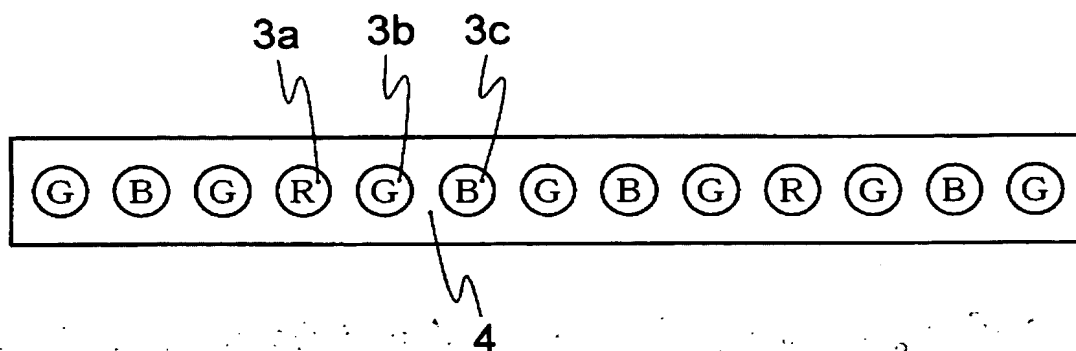
[図1]



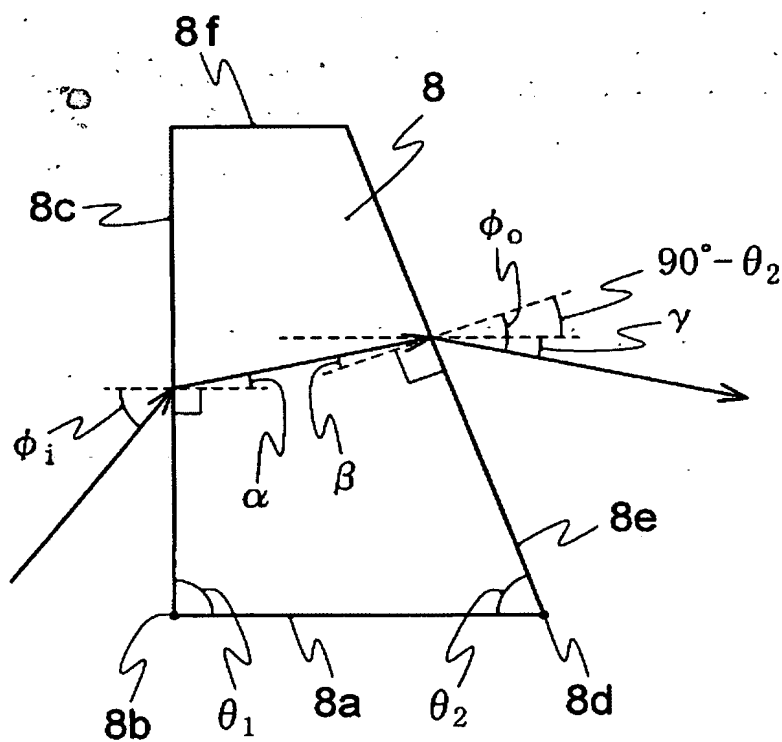
[図2]



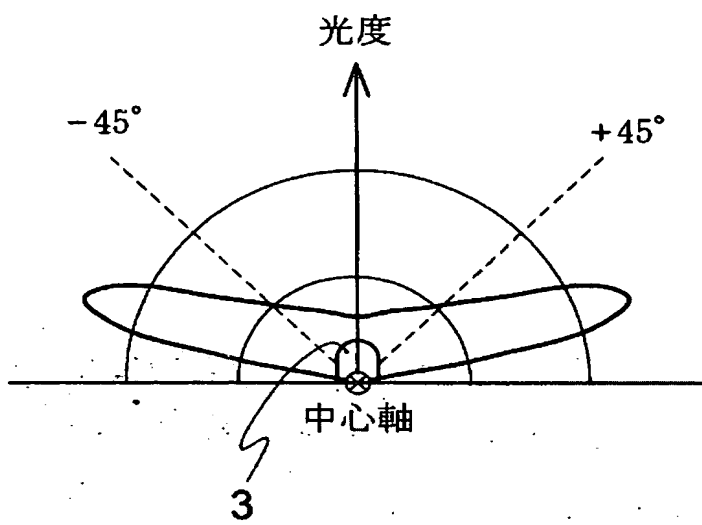
[図3]



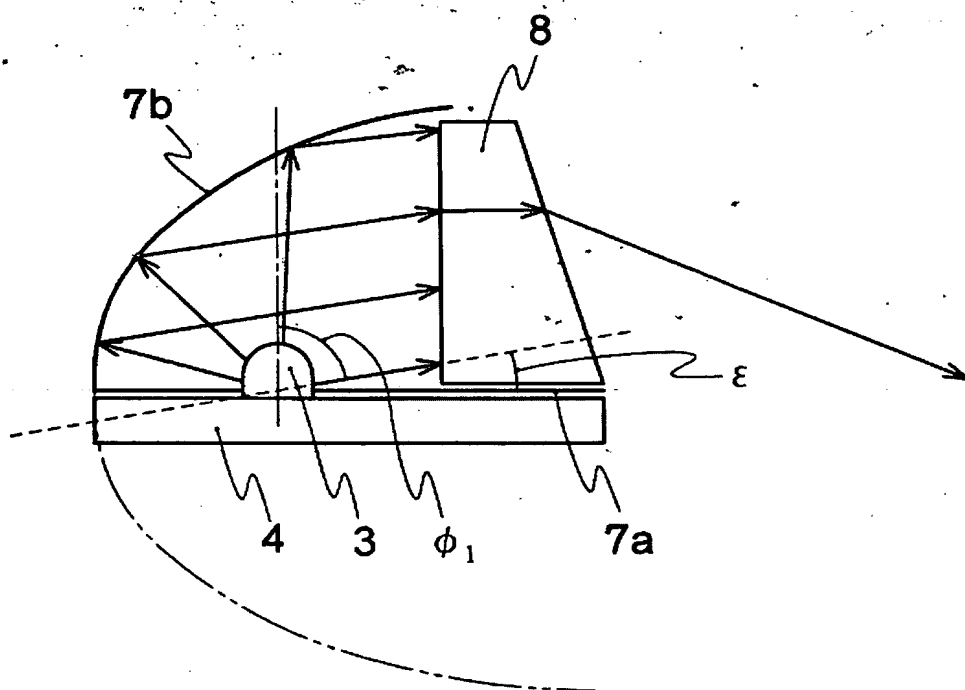
[図4]



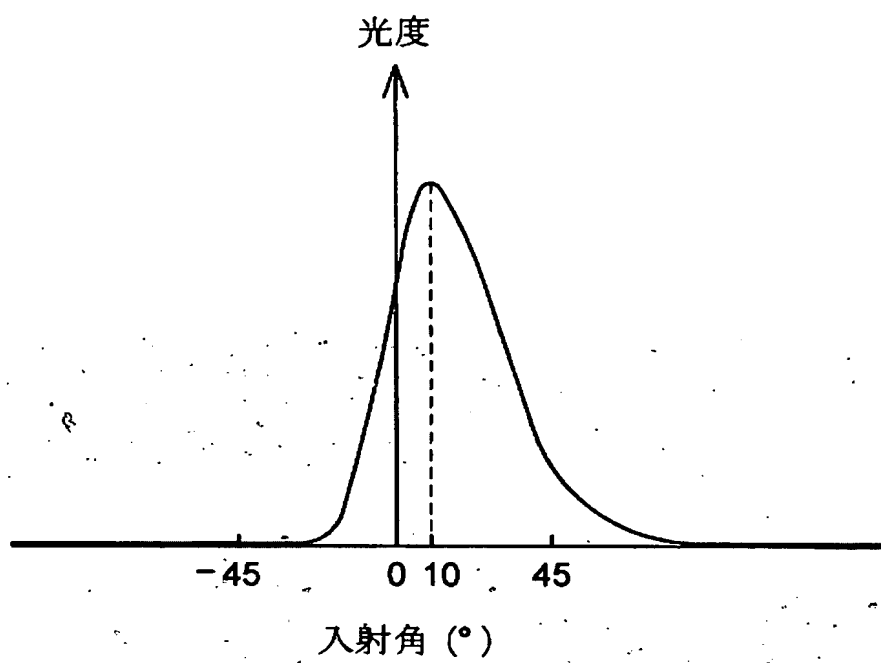
[図5]



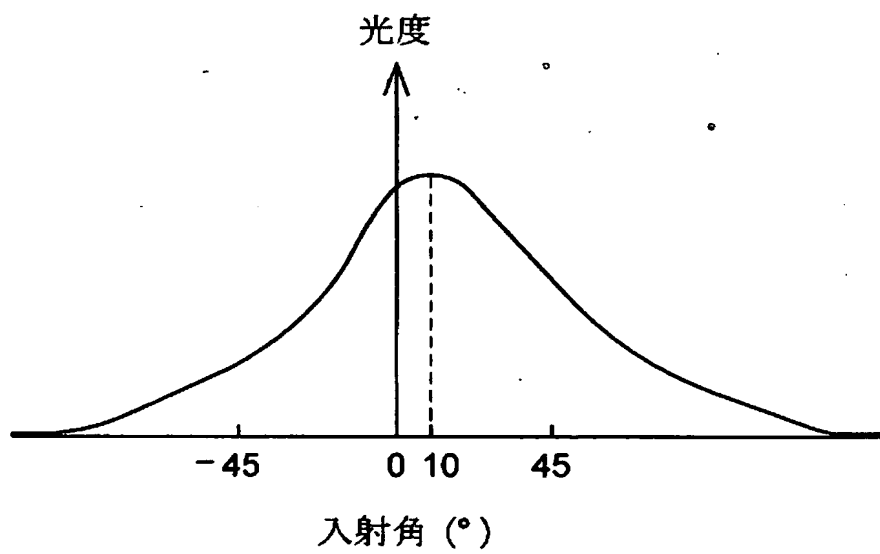
[図6]



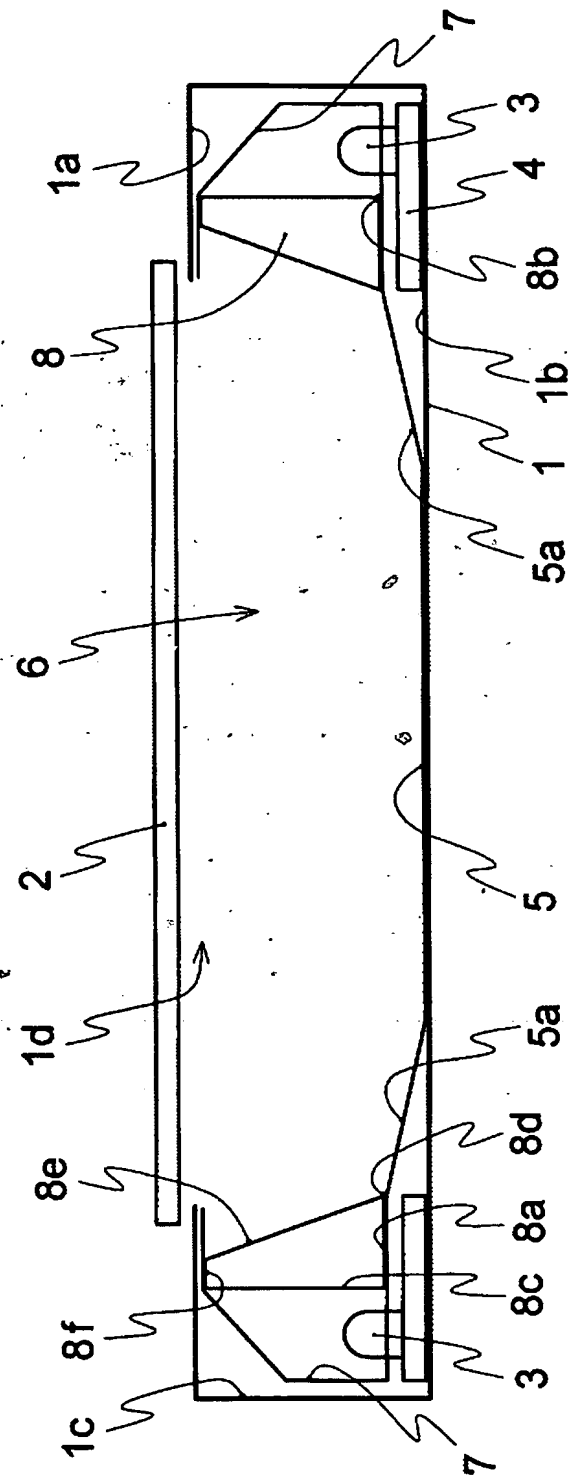
[図7]



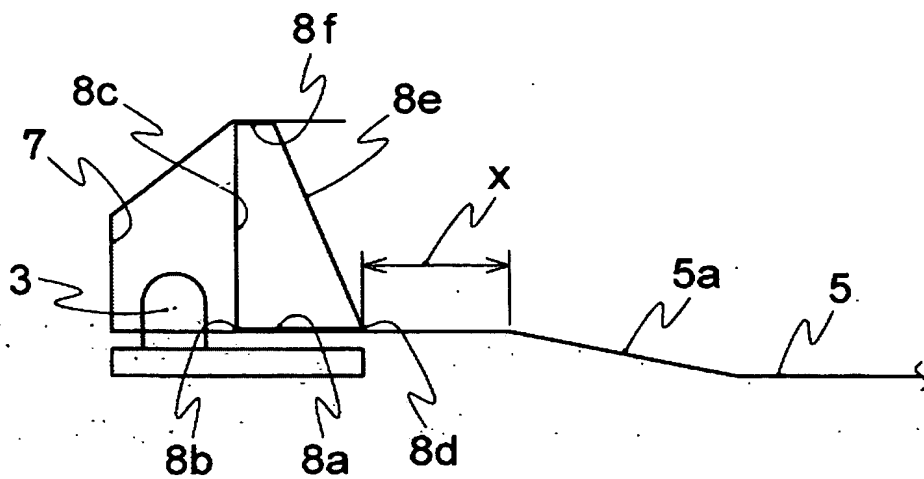
[図8]



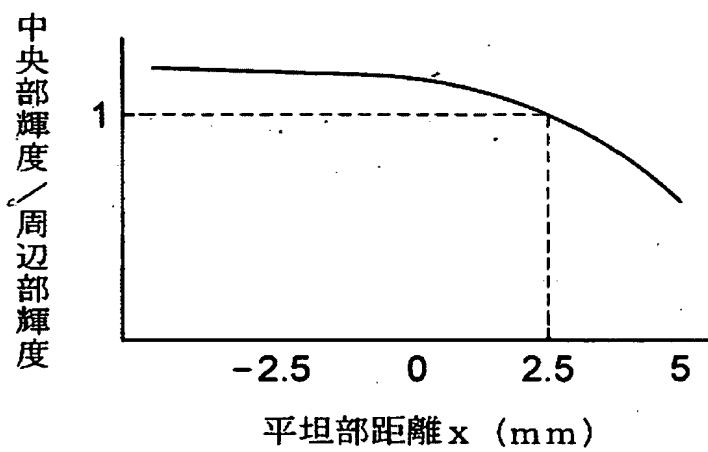
[図9]



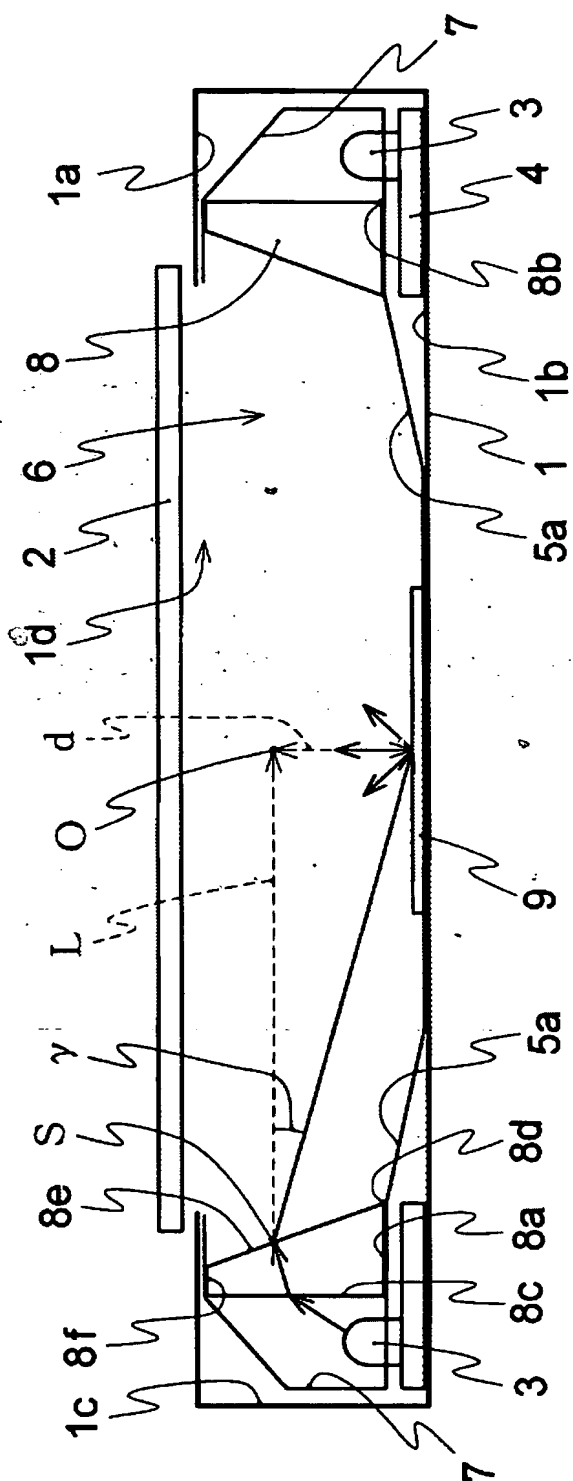
[図10]



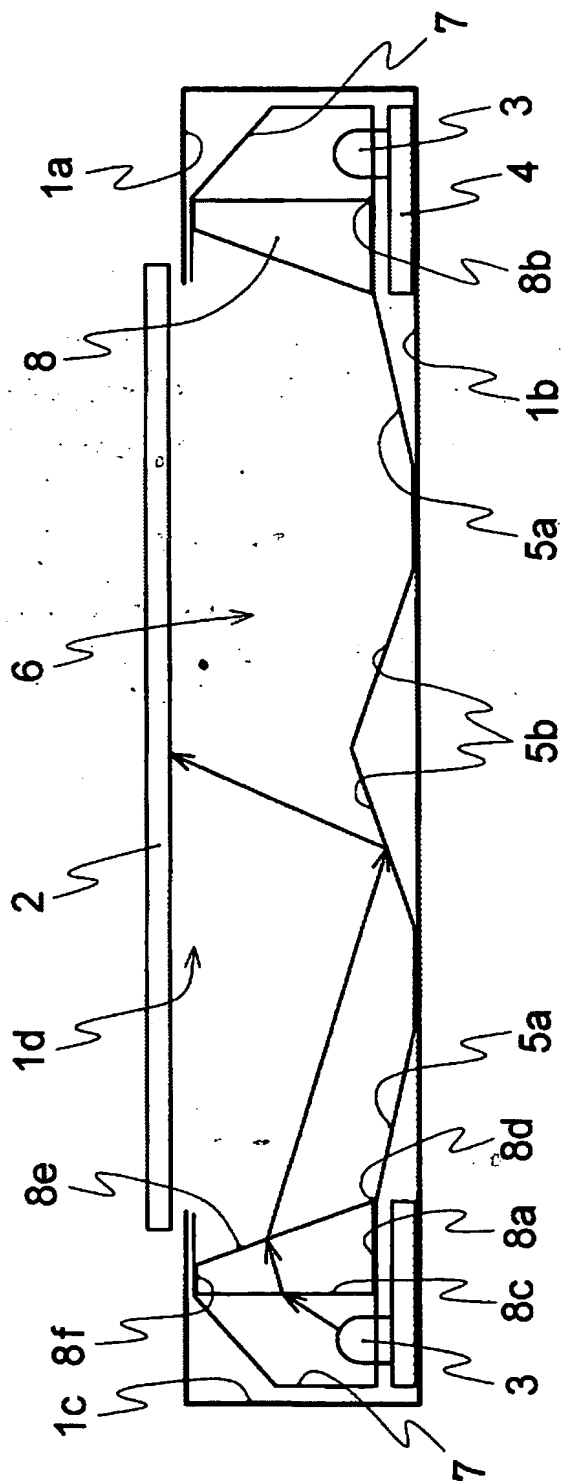
[図11].



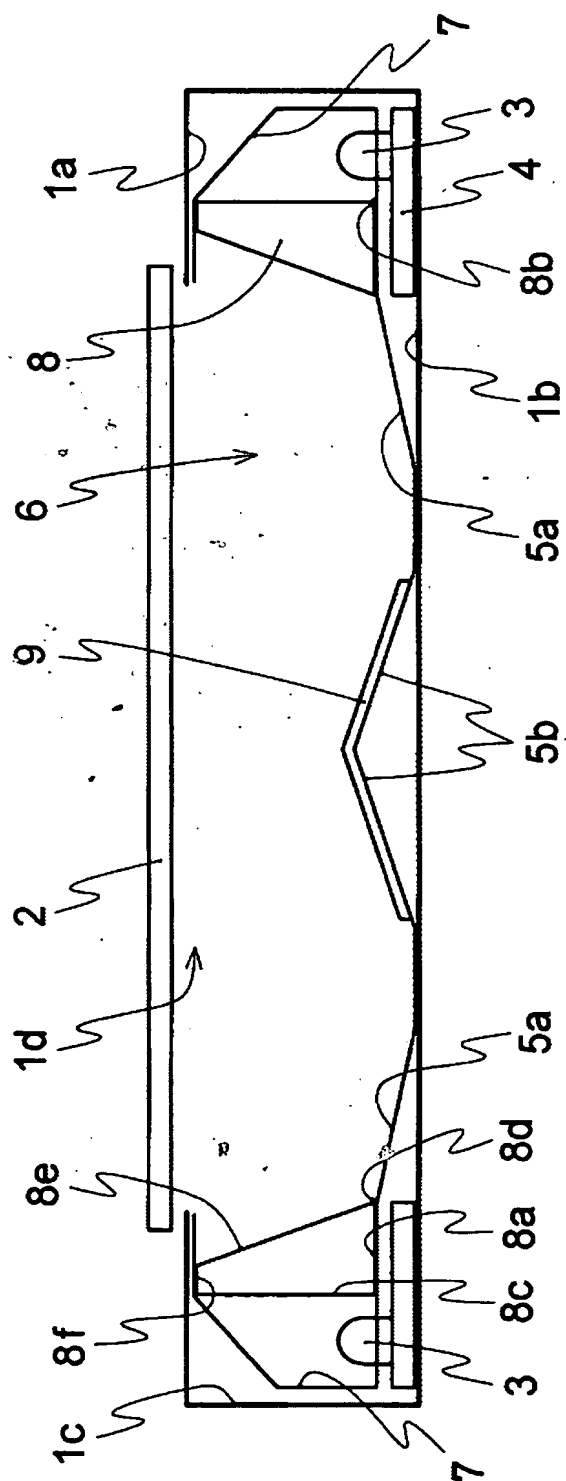
[図12]



[図13]

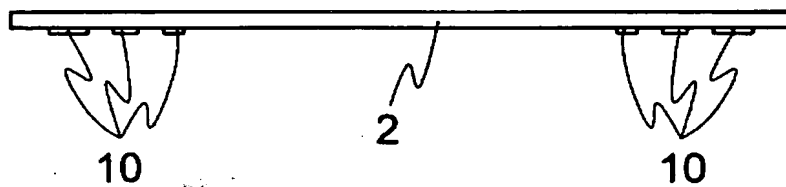


[図14]

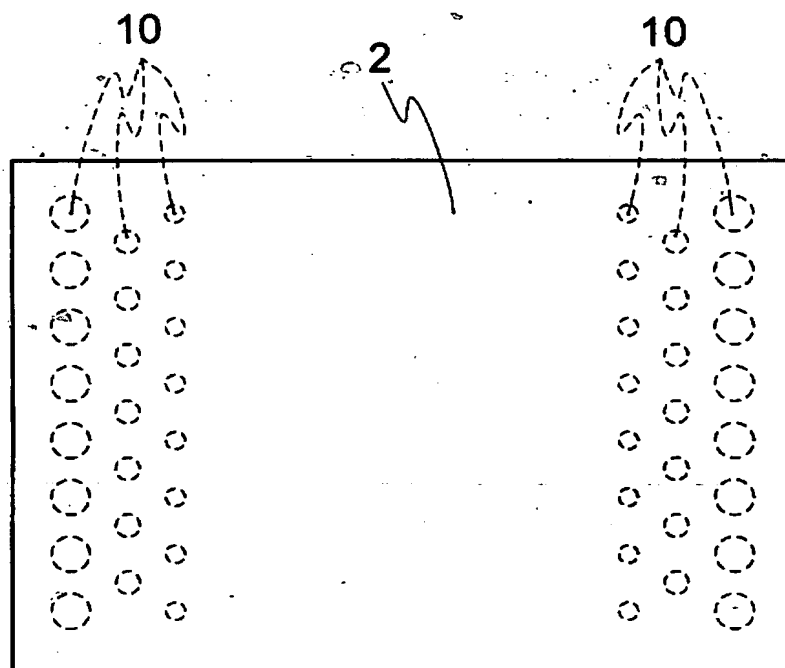


[図15]

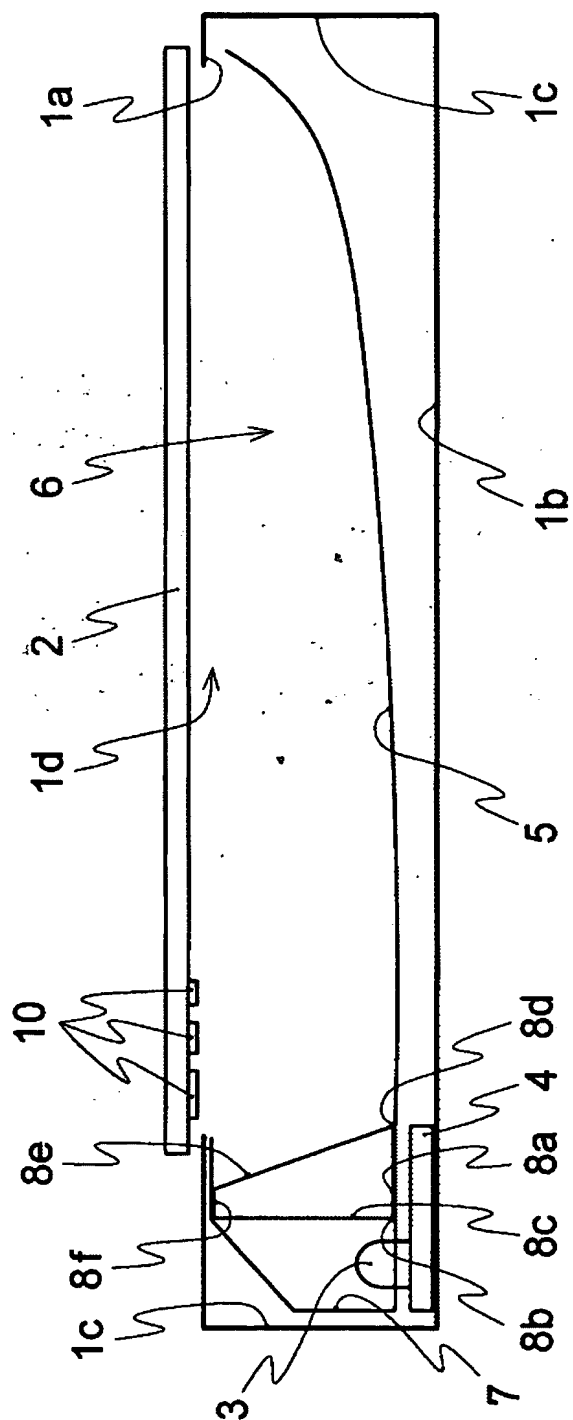
(a)



(b)

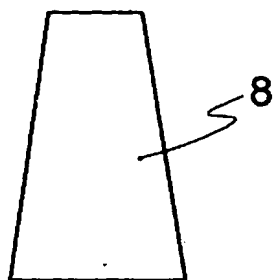


[図16]

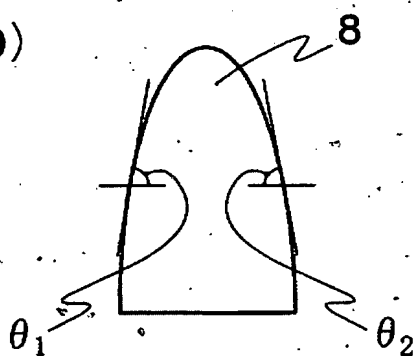


[図17]

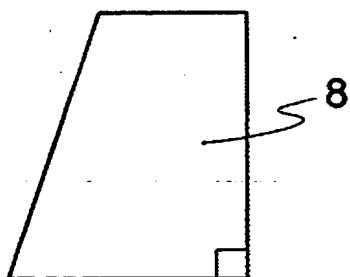
(a)



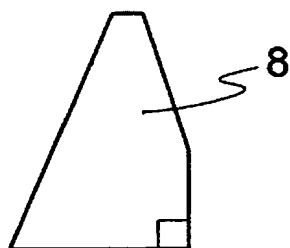
(b)



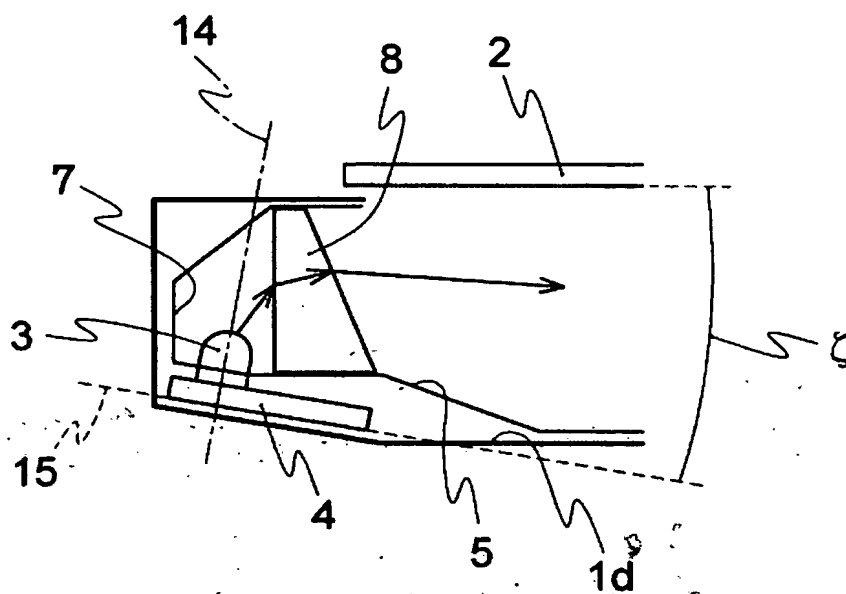
(c)



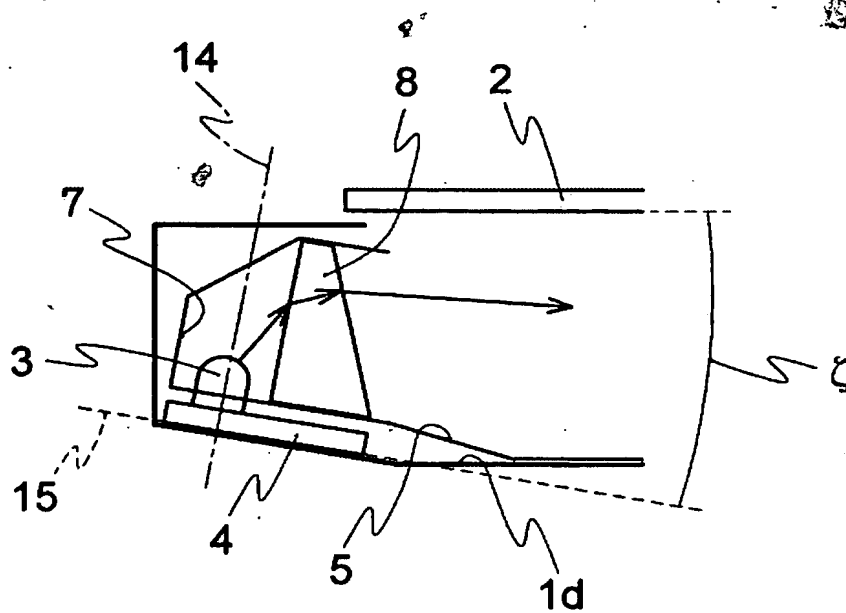
(d)



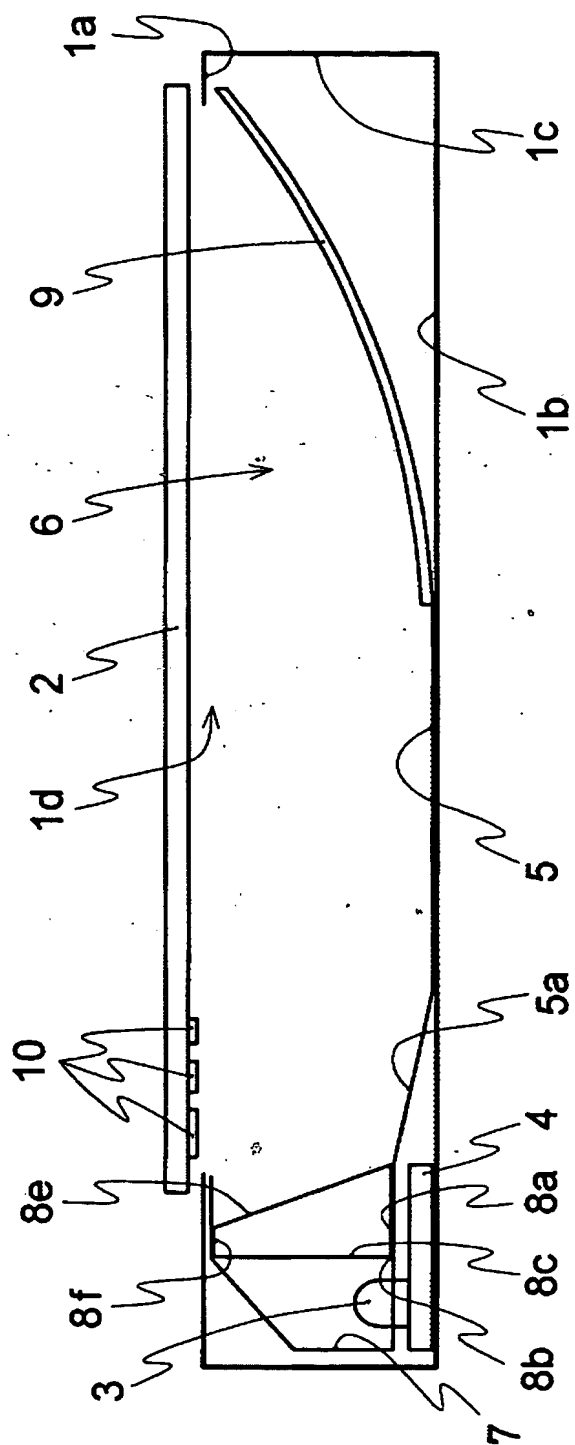
[図18]



[图19]

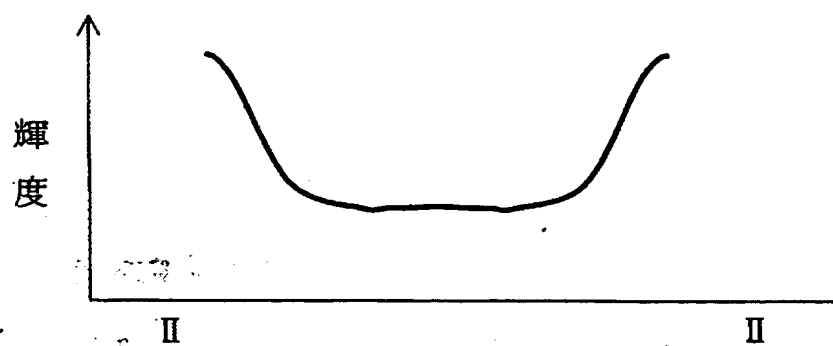


[図20]

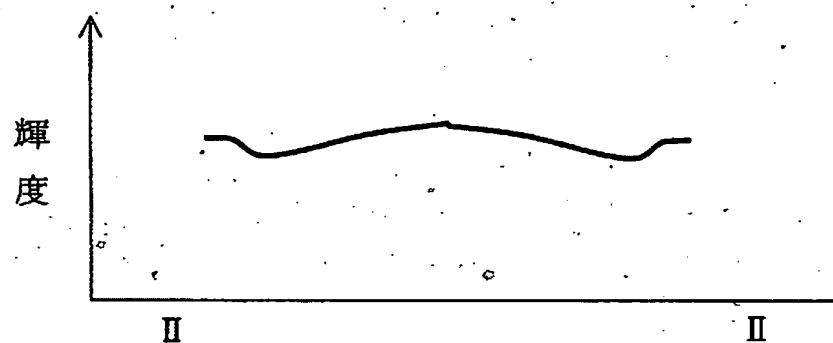


[図21]

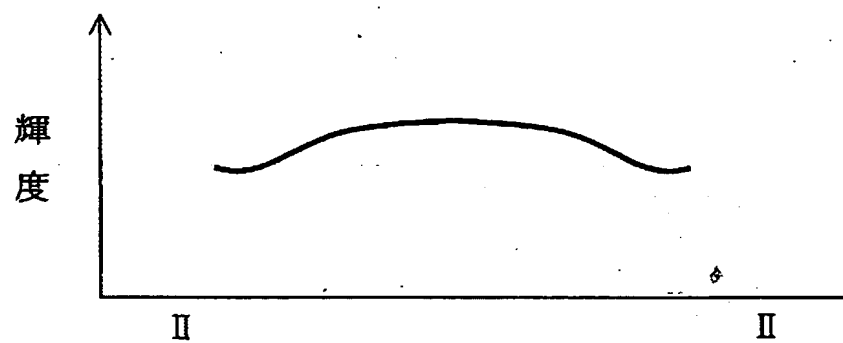
(a)



(b)

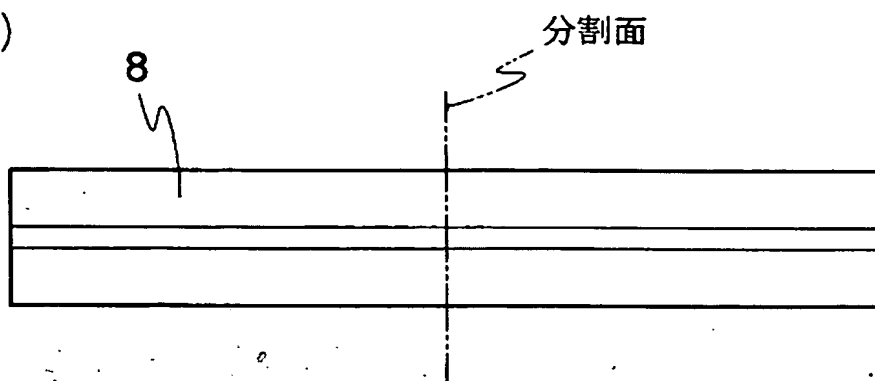


(c)

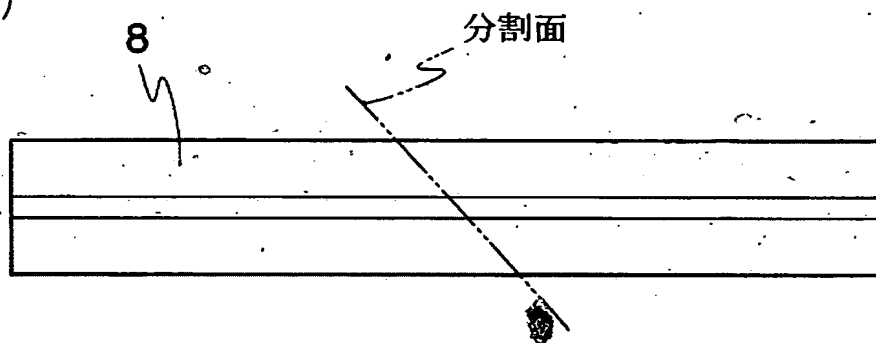


[図22]

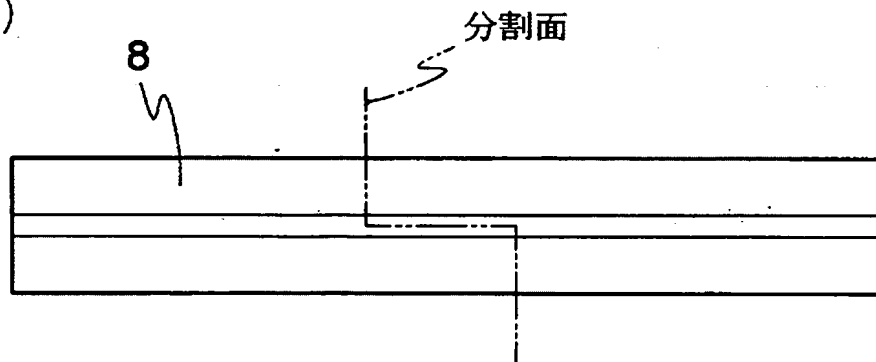
(a)



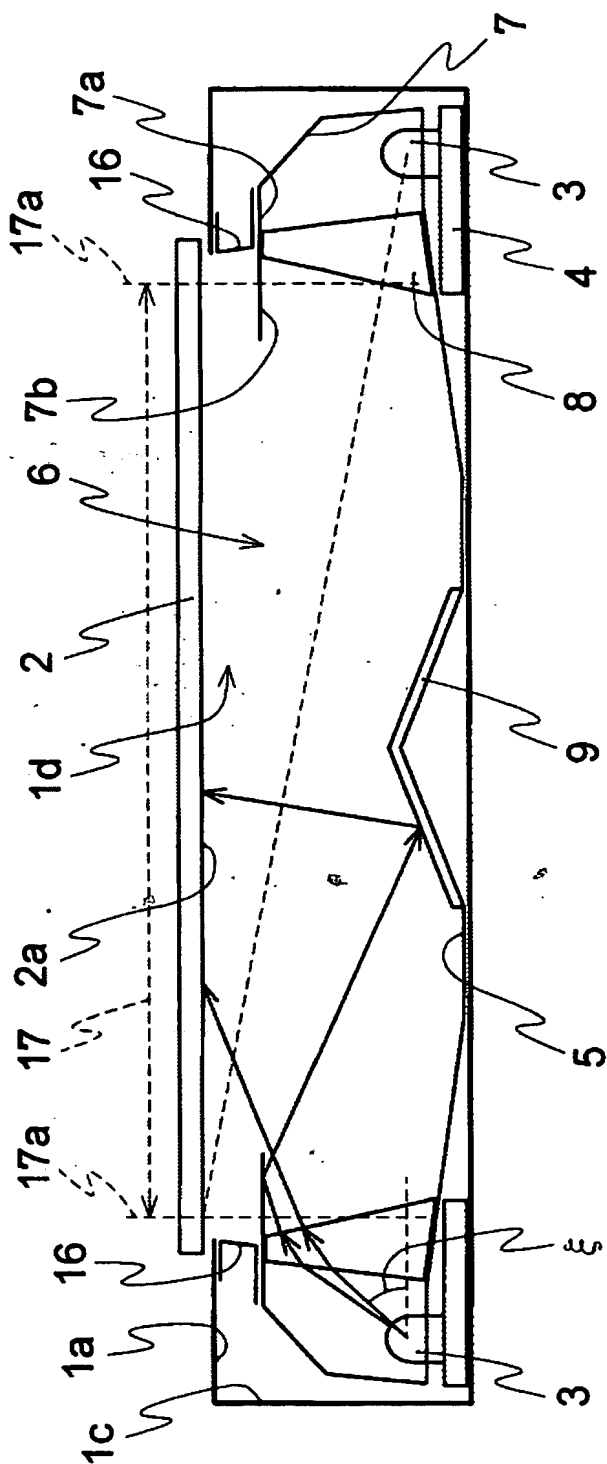
(b)



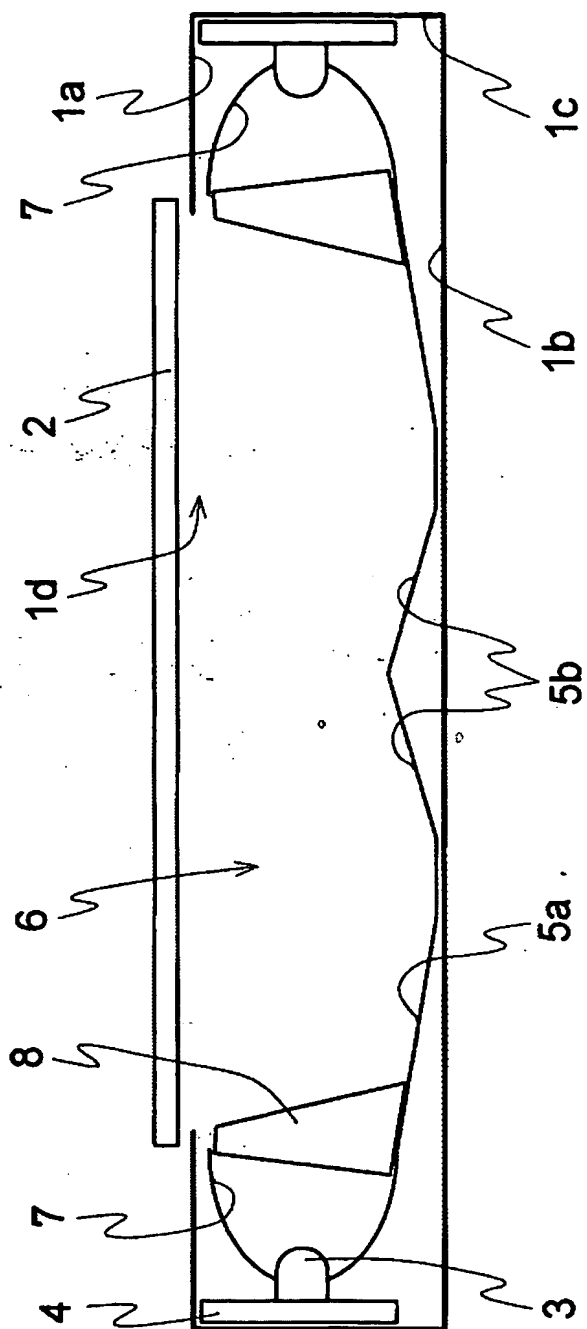
(c)



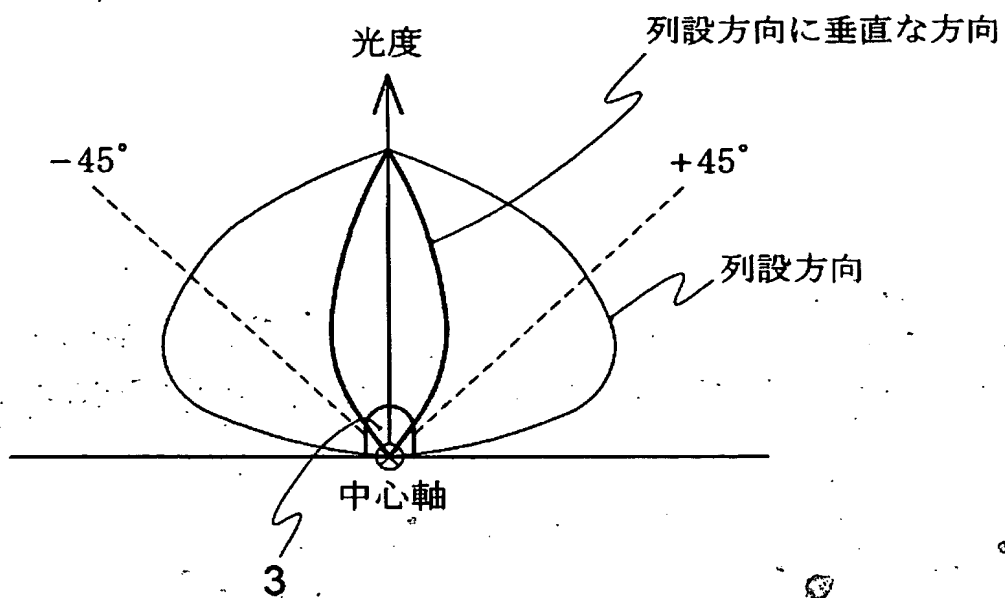
[図23]



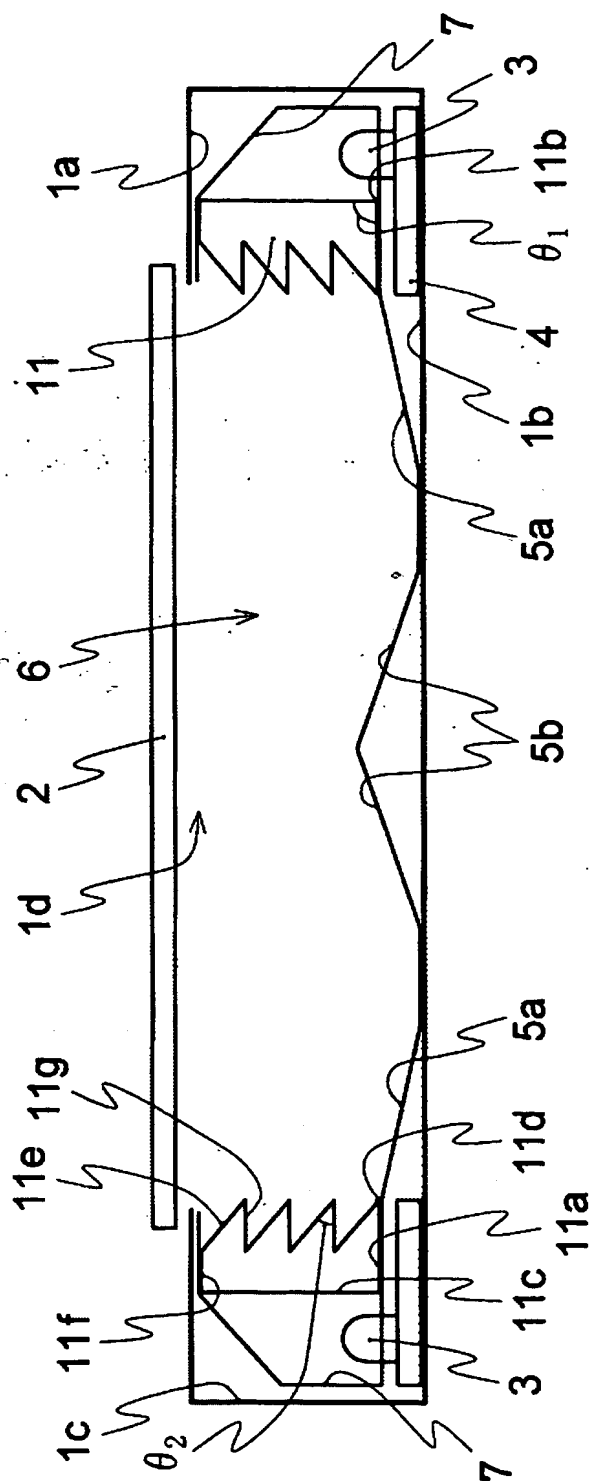
[図24]



[図25]

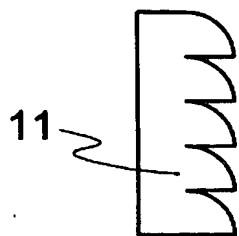


[図26]

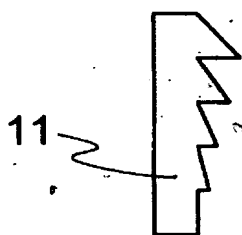


[図27]

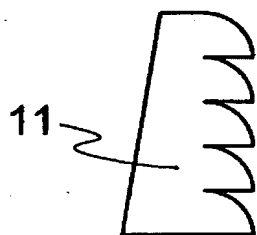
(a)



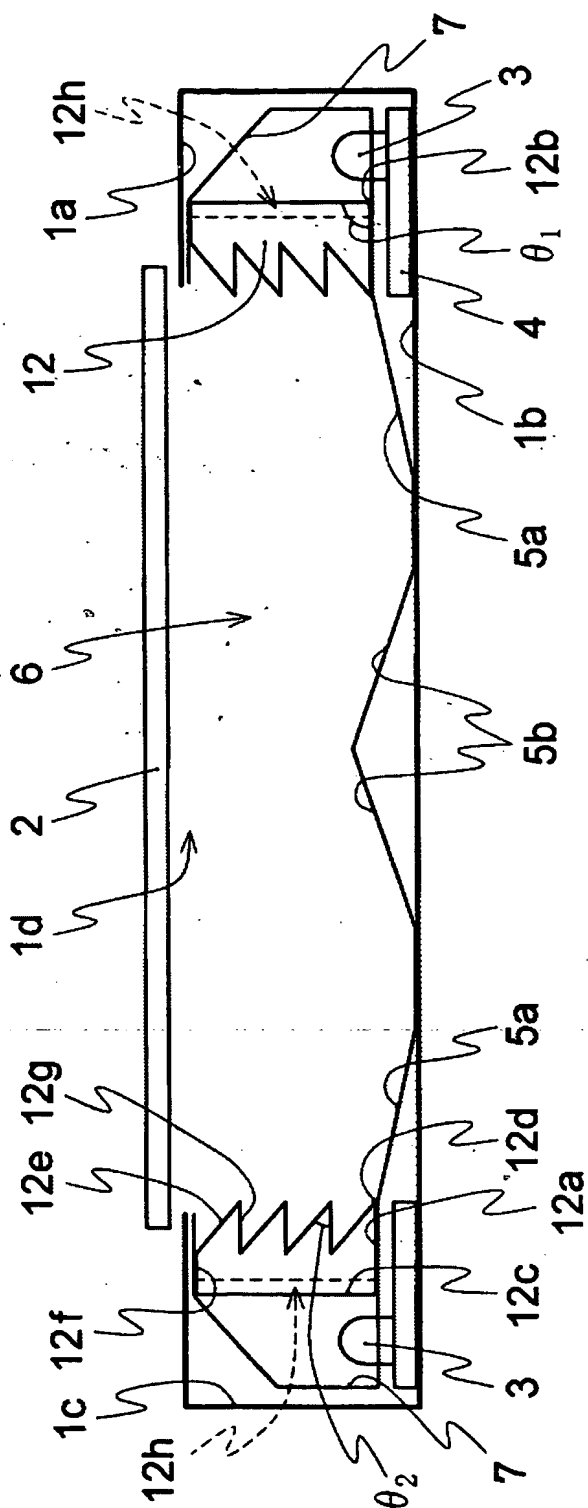
(b)



(c)

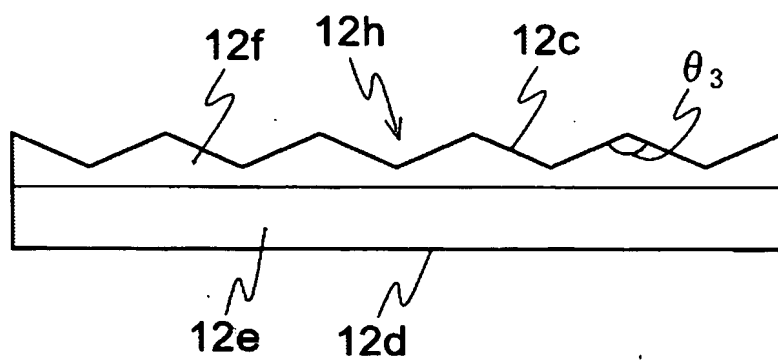


[図28]

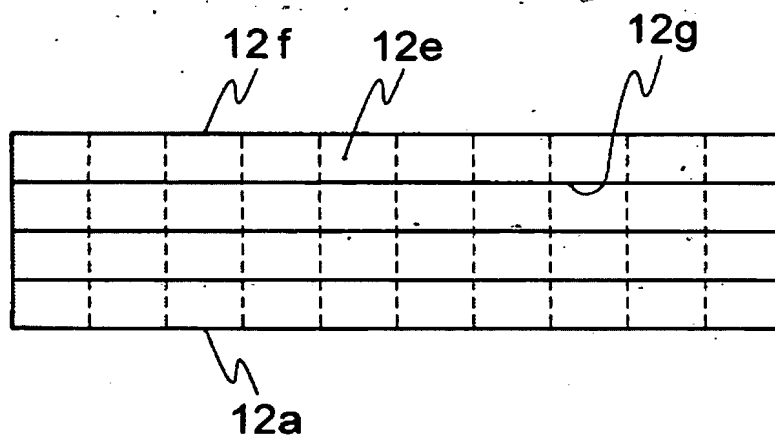


[図29]

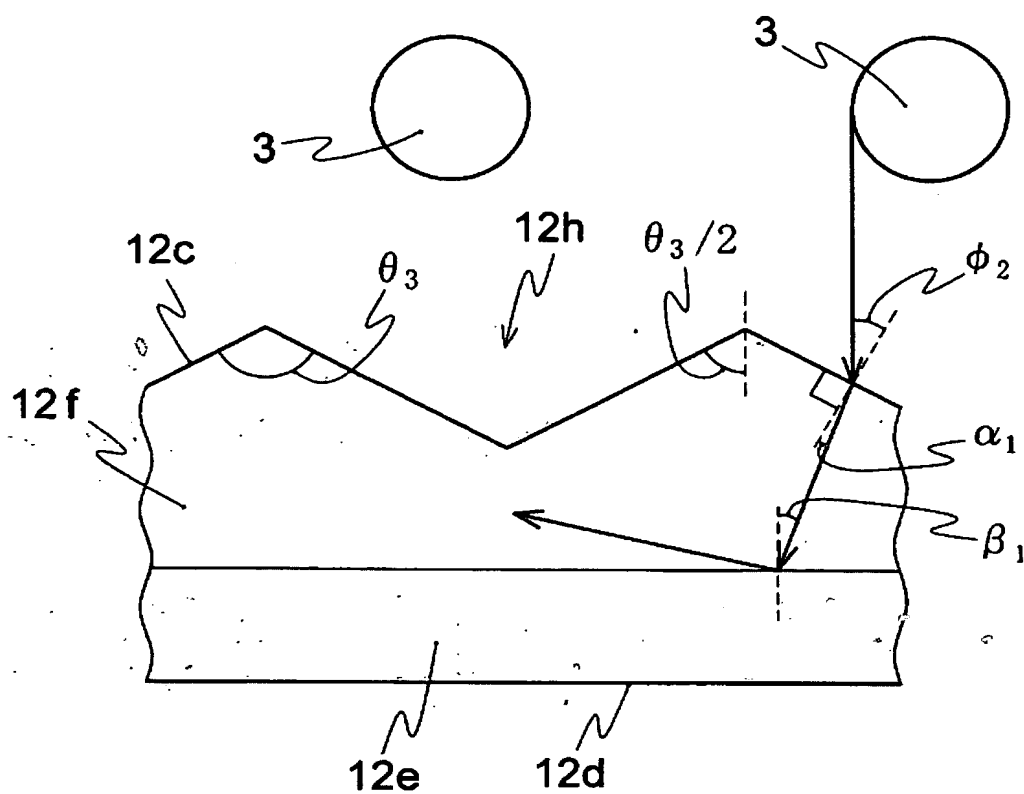
(a)



(b)

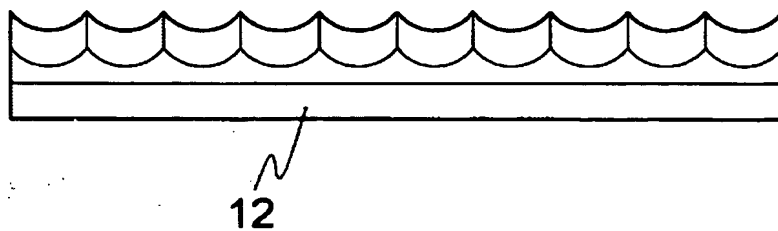


[図30]

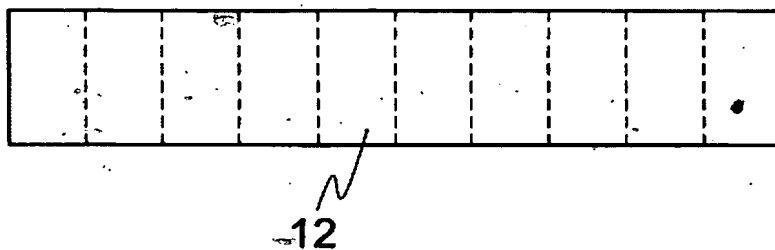


[図31]

(a)



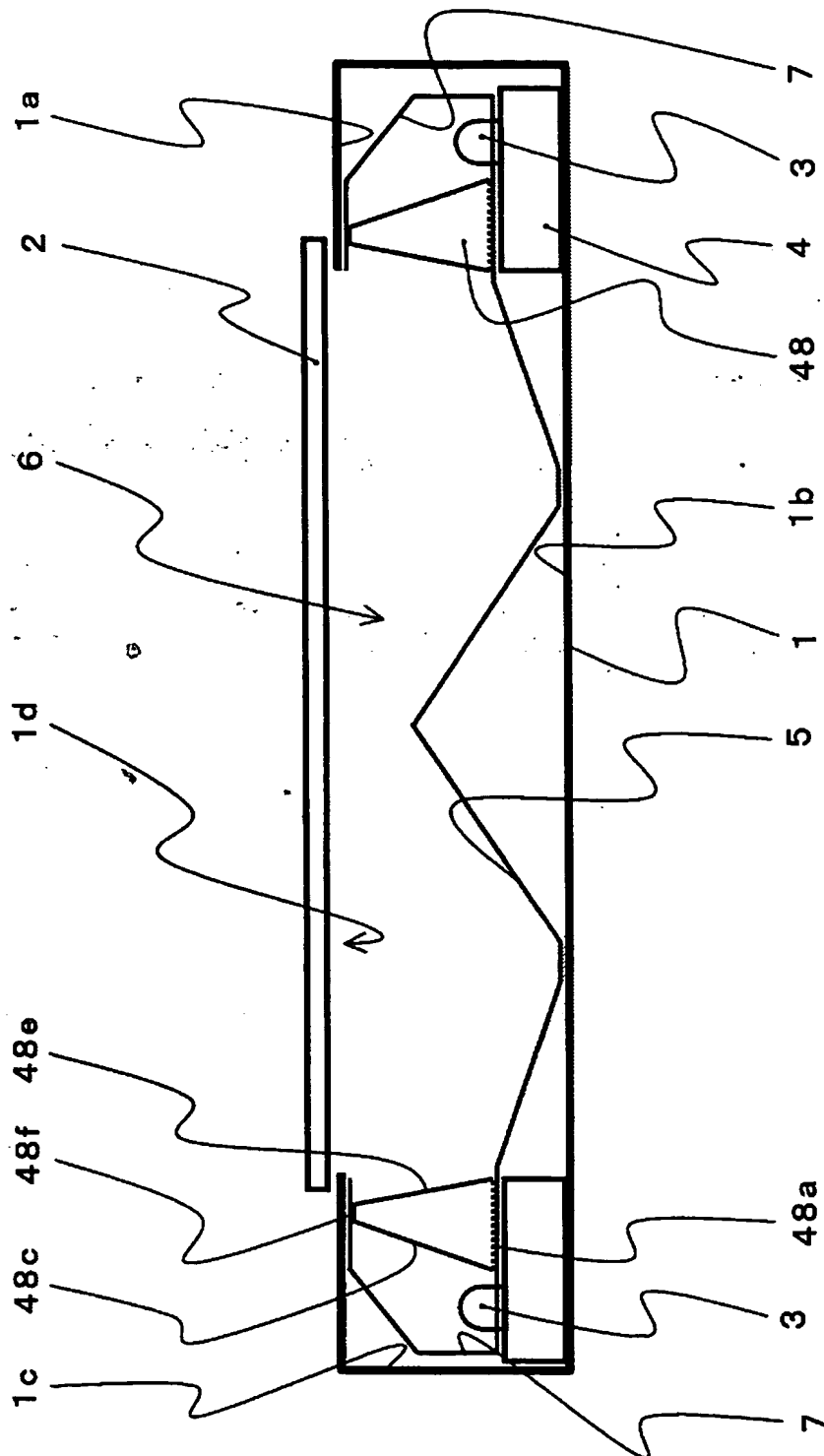
(b)



(c)

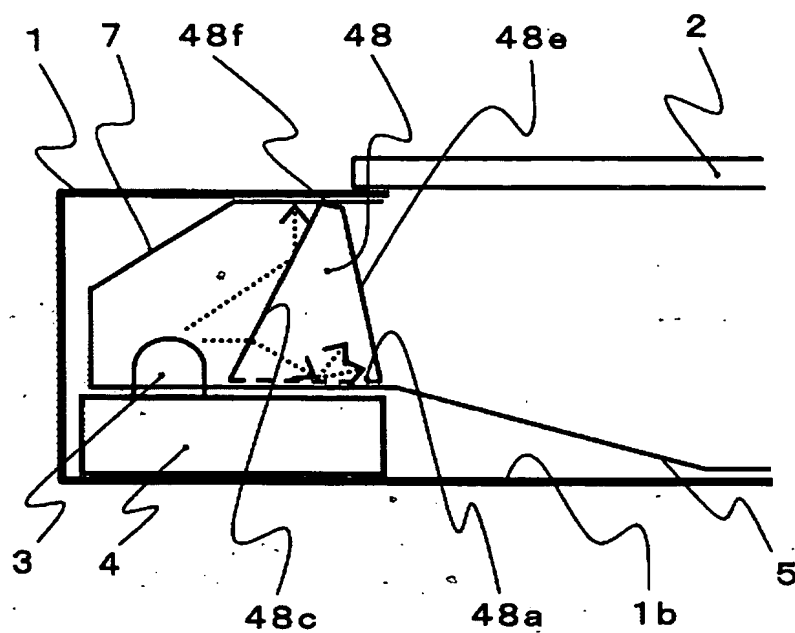


[図32]

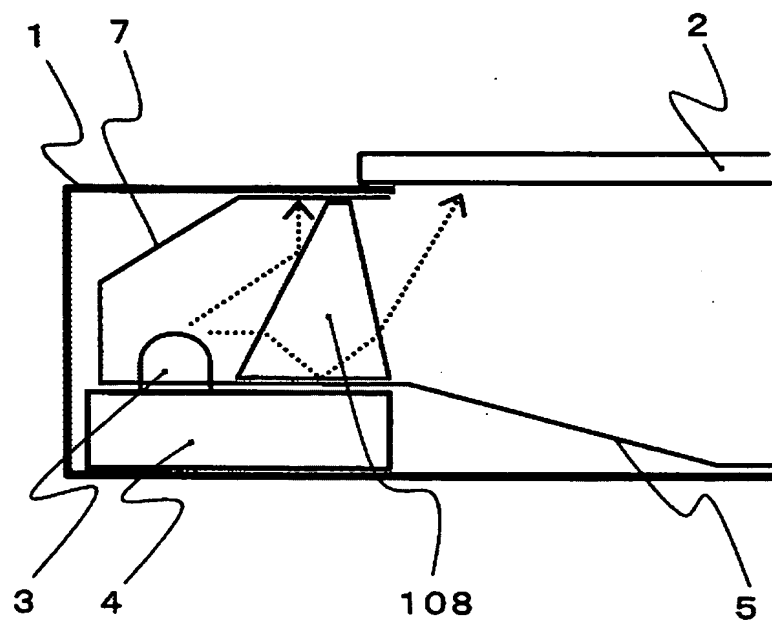


[図33]

(a)

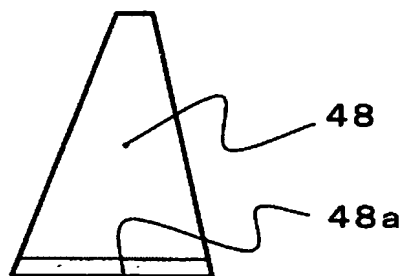


(b)

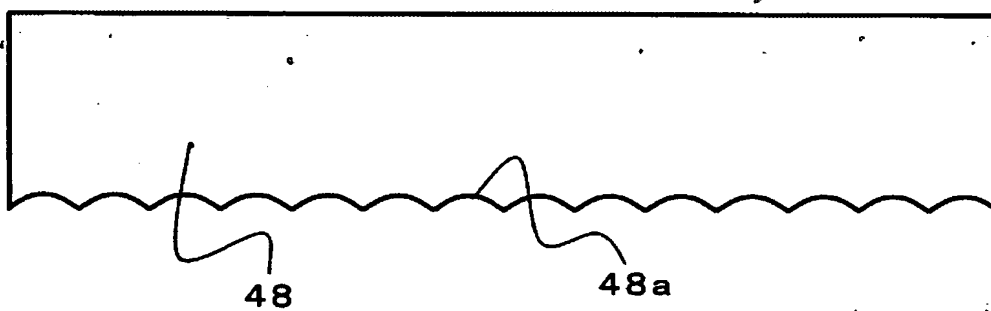


[図34]

(a)



(b)

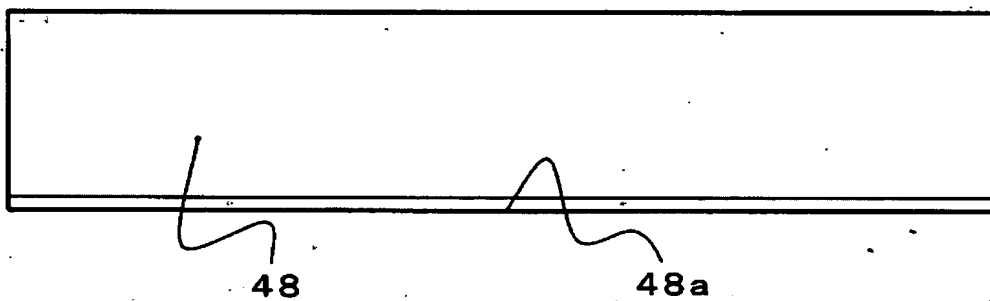


[図35]

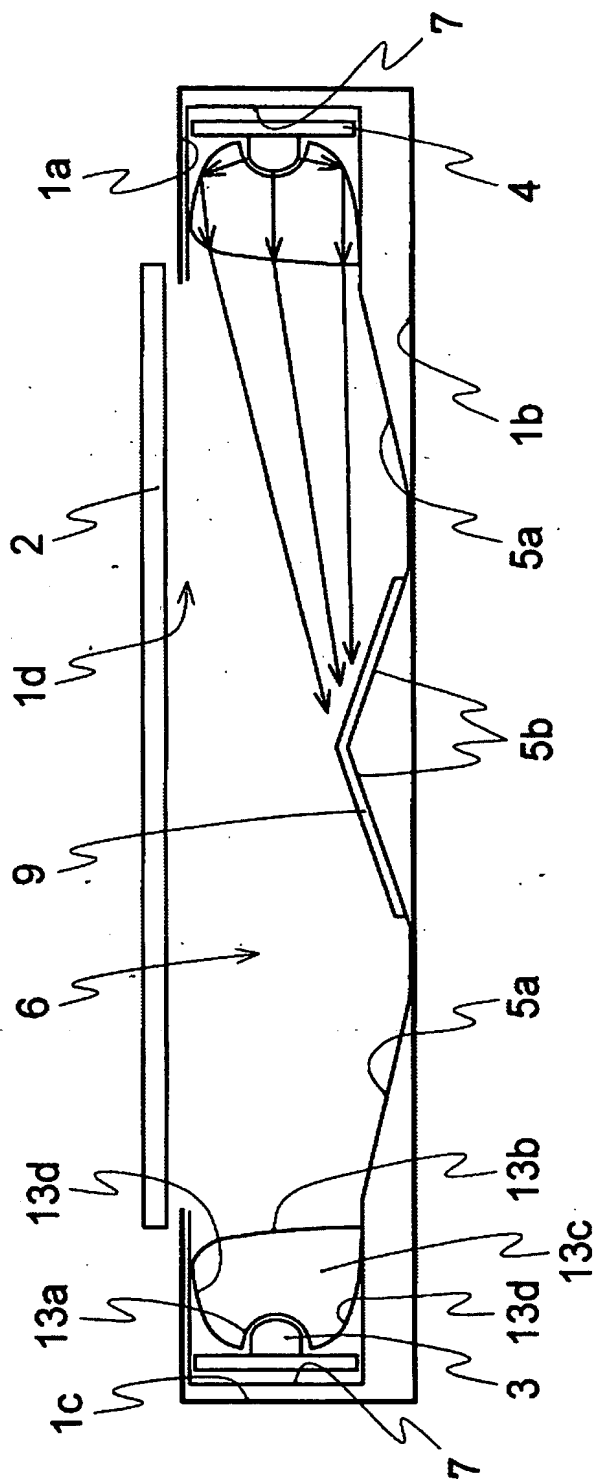
(a)



(b)

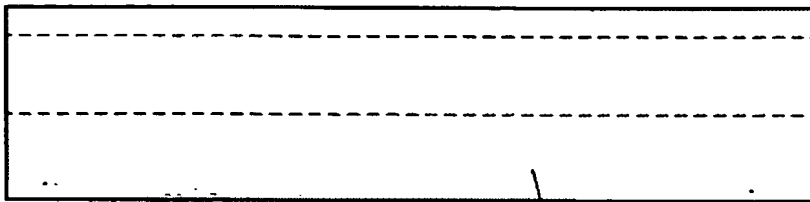


[図36]



[図37]

(a)



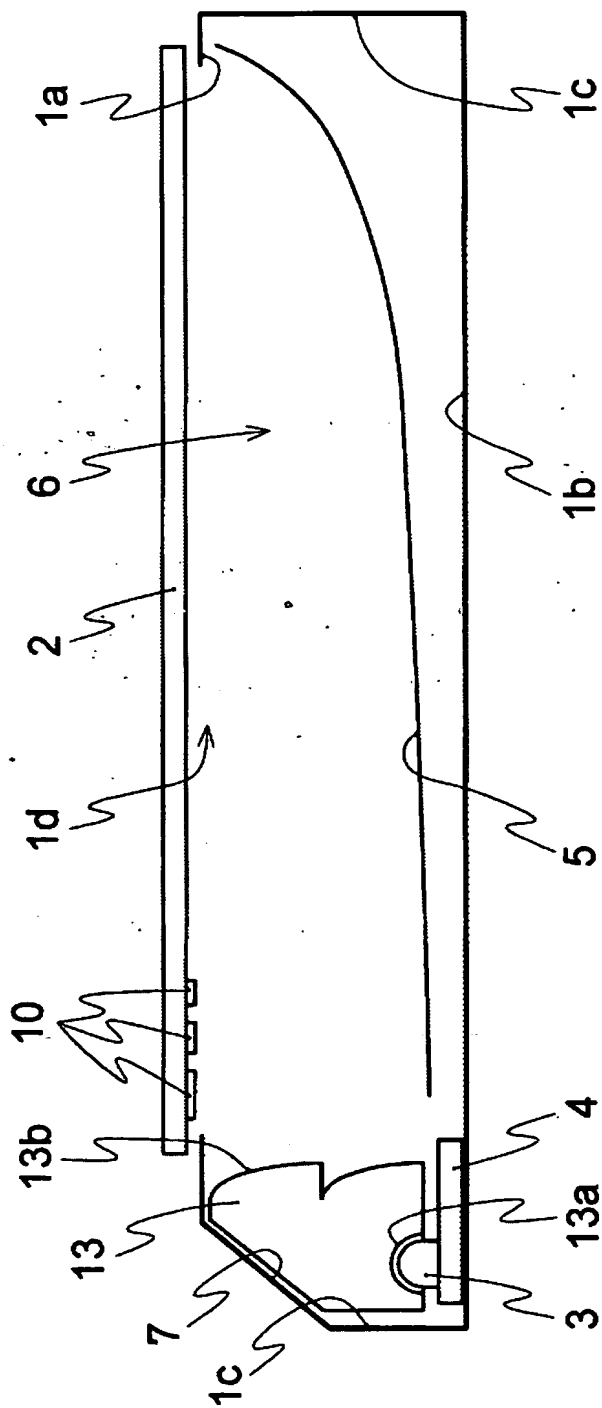
13

(b)

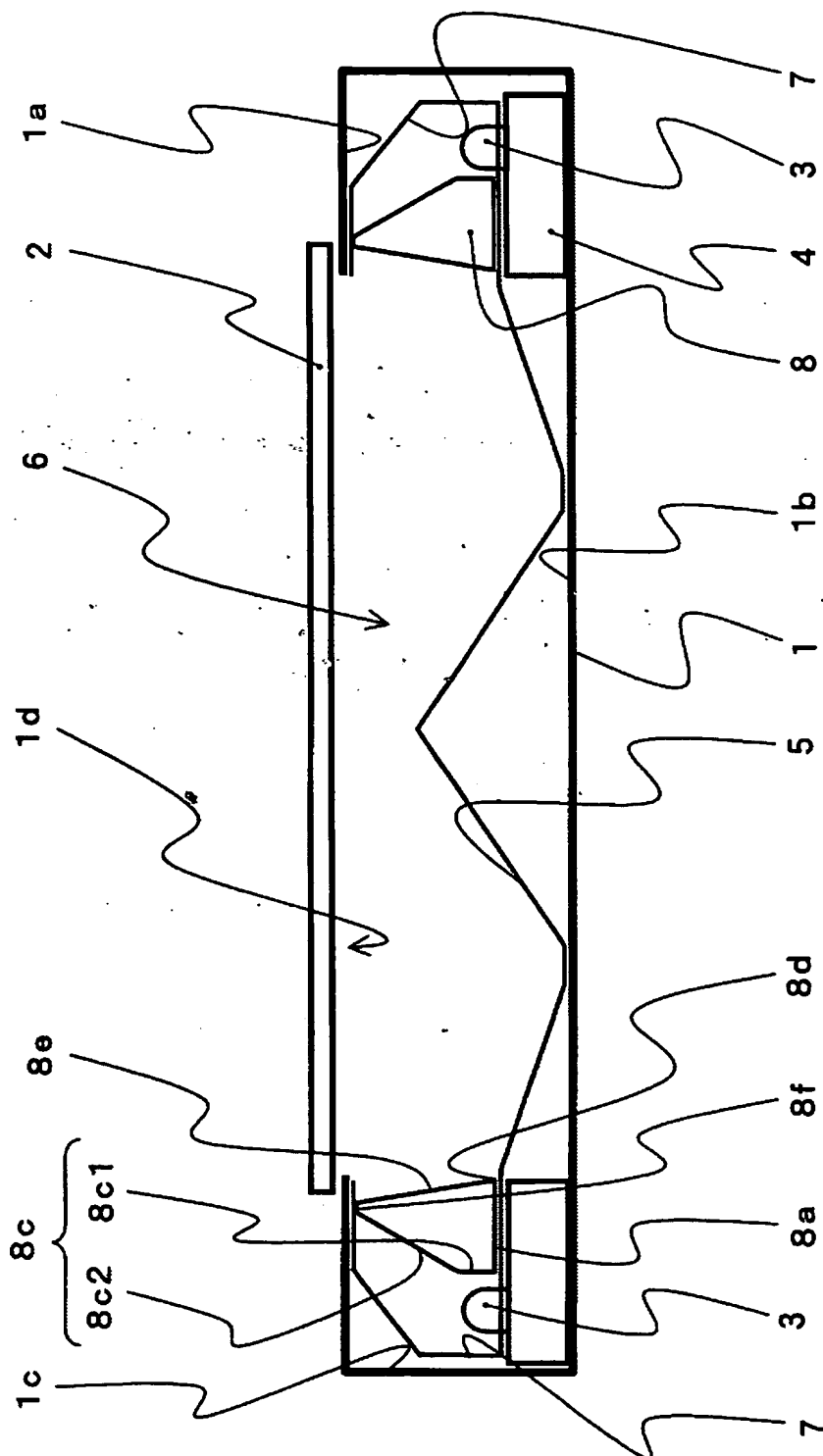


13

[図38]

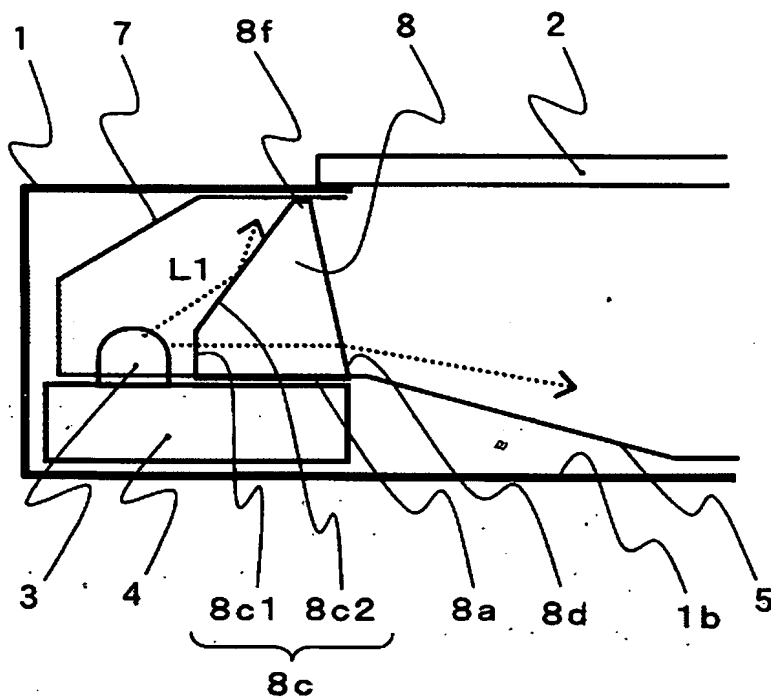


[図39]

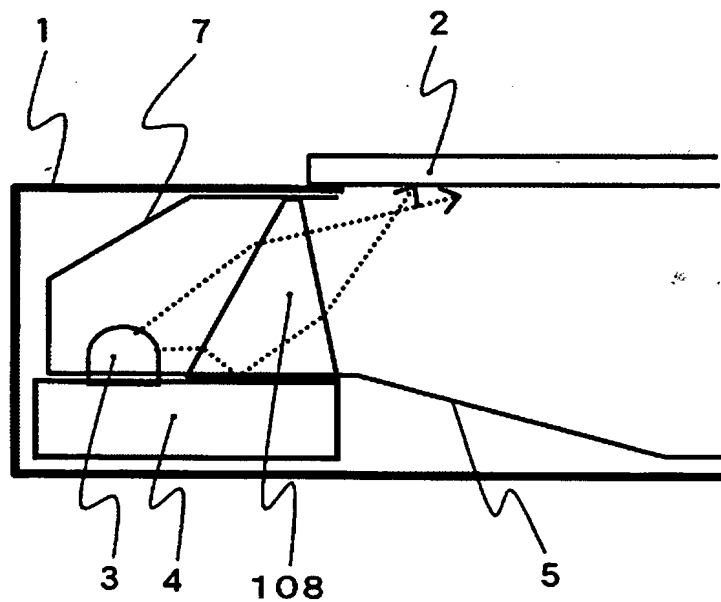


[図40]

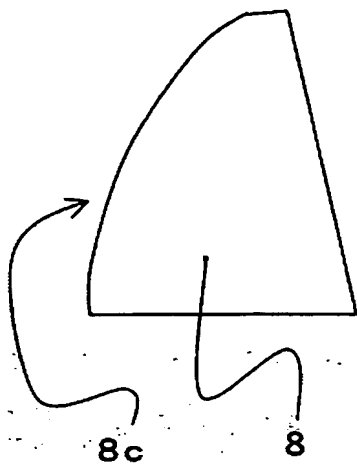
(a)



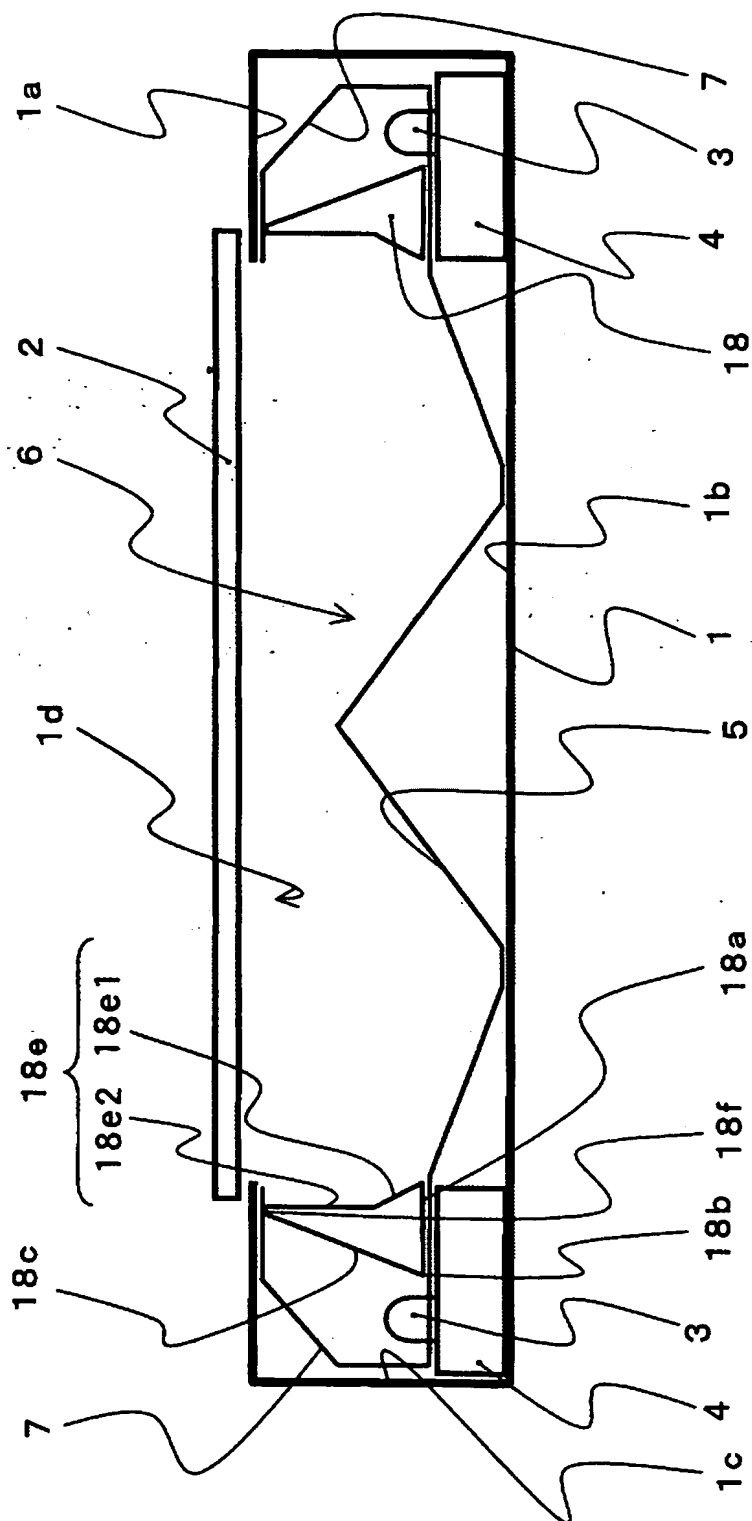
(b)



[図43]

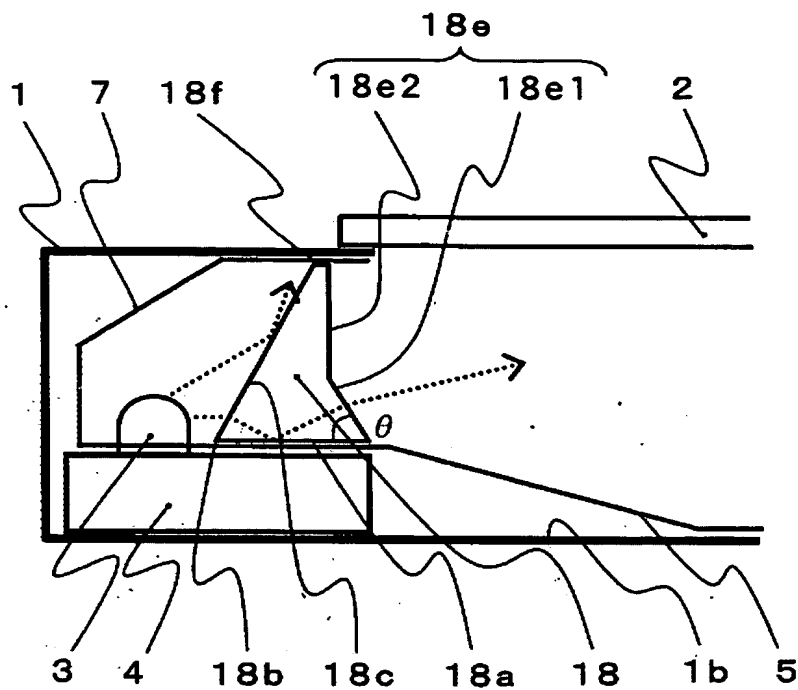


[図44]

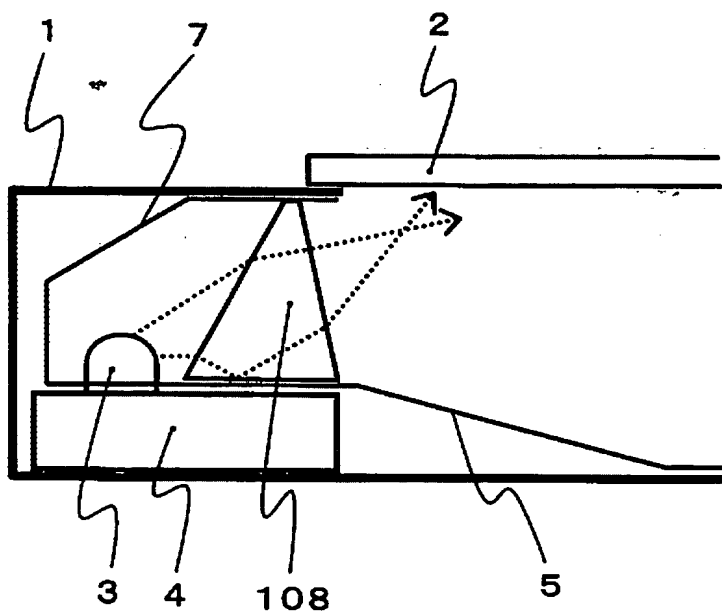


[図45]

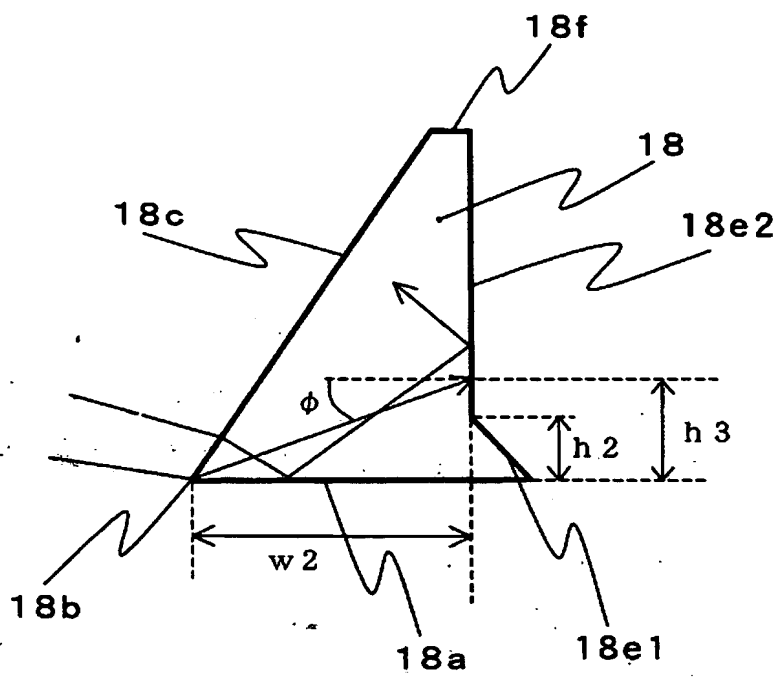
(a)



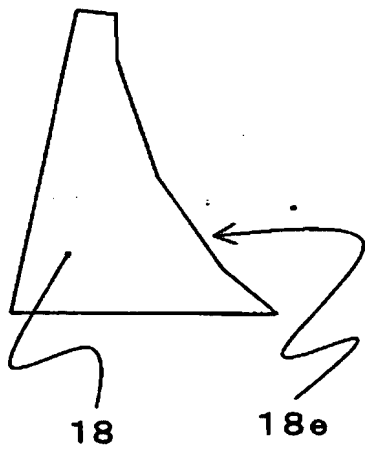
(b)



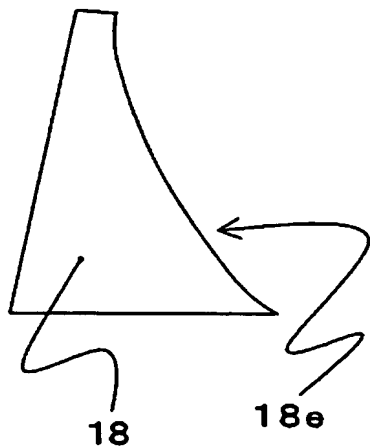
[図46]



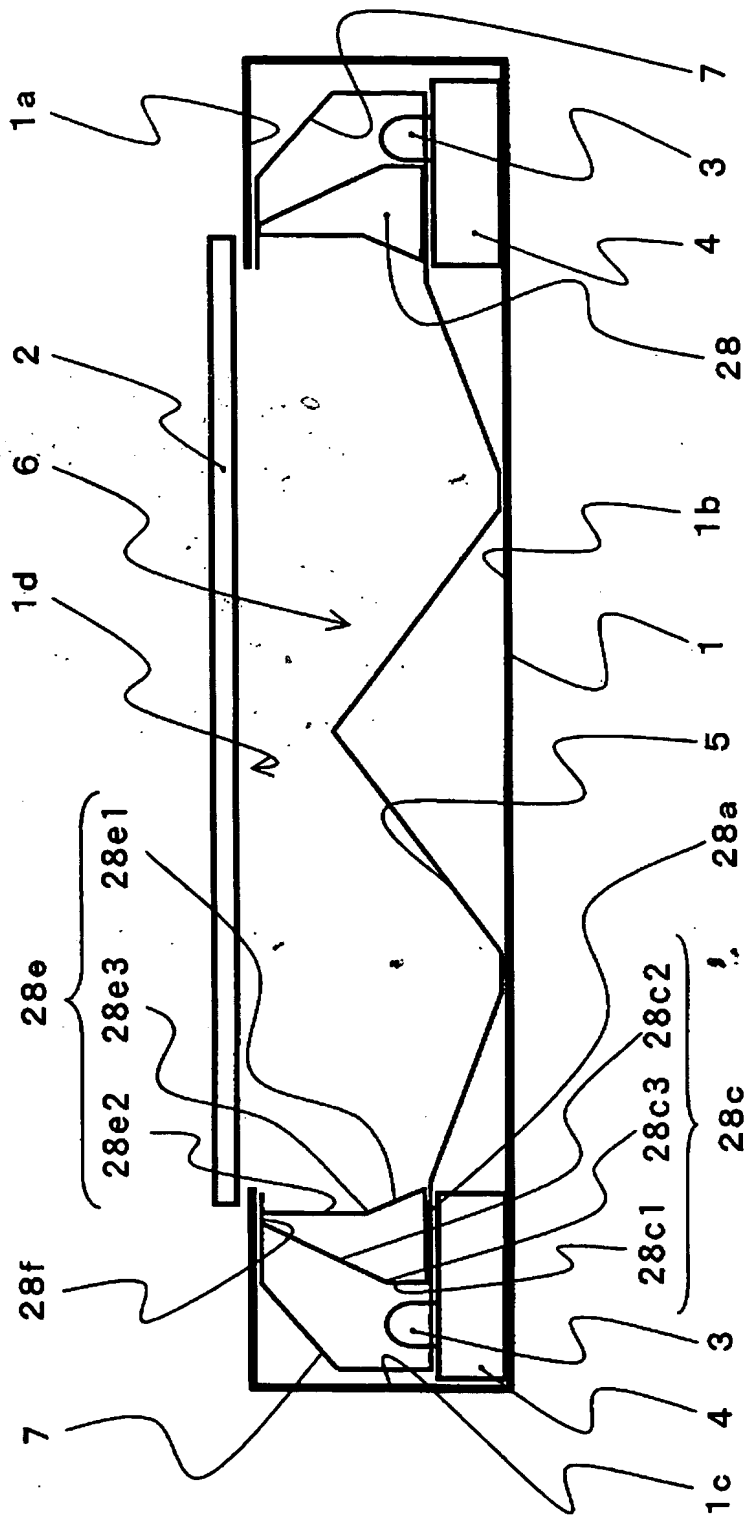
[図47]



[図48]

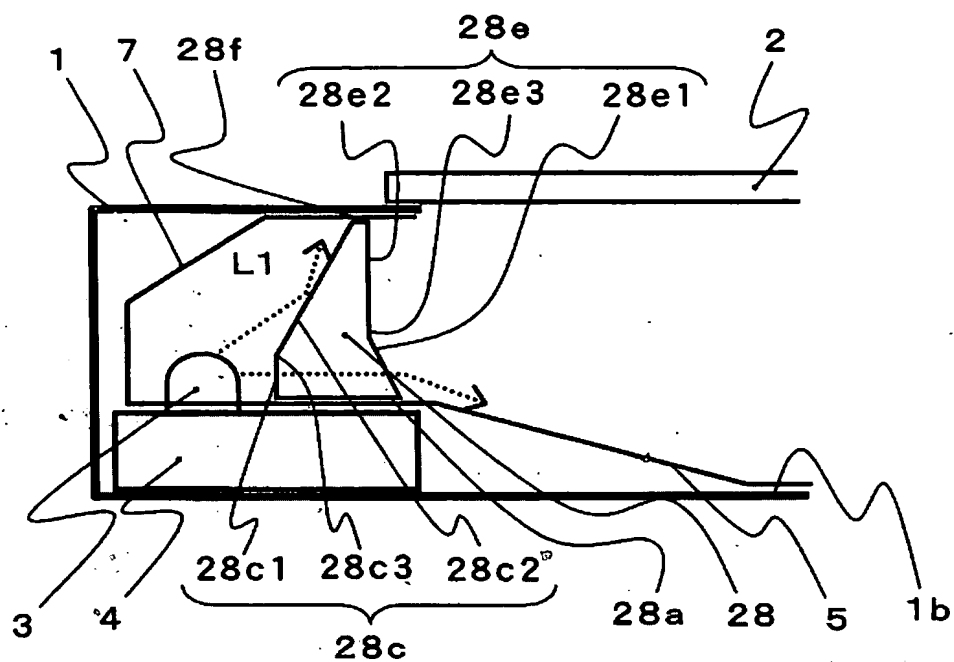


[図49]

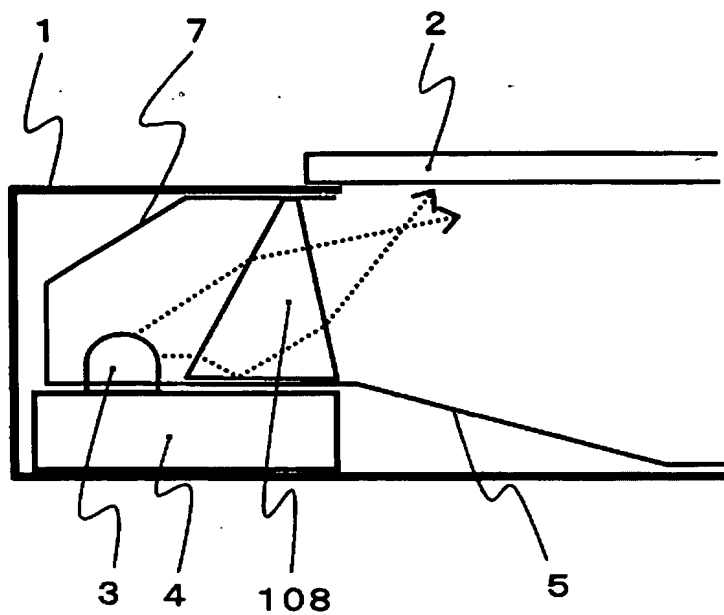


[図50]

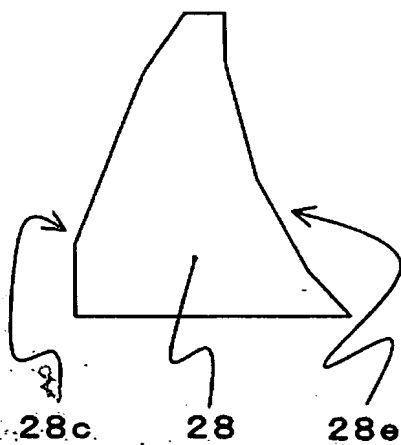
(a)



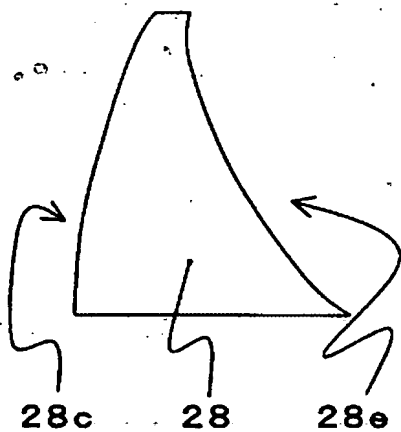
(b)



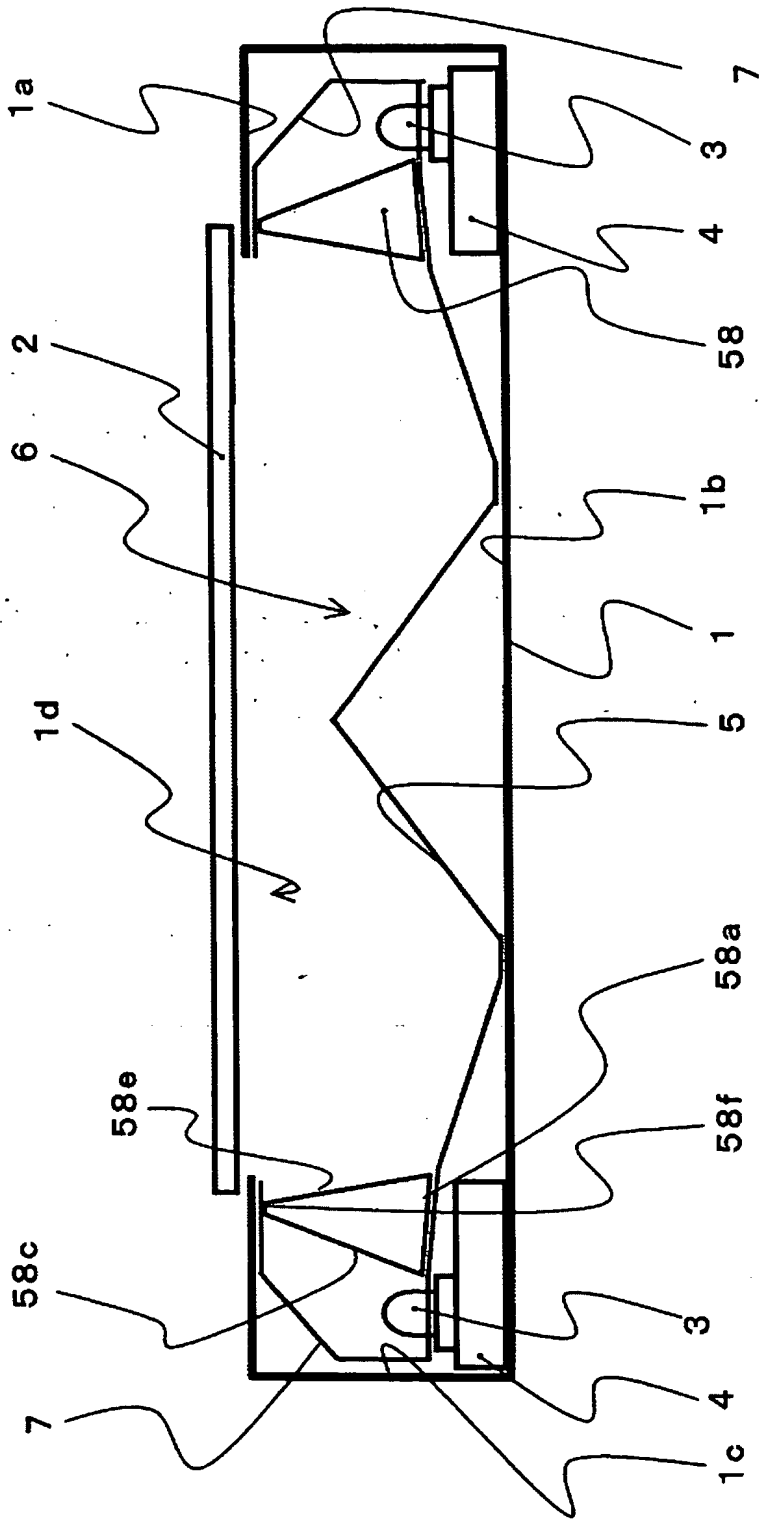
[図51]



[図52]

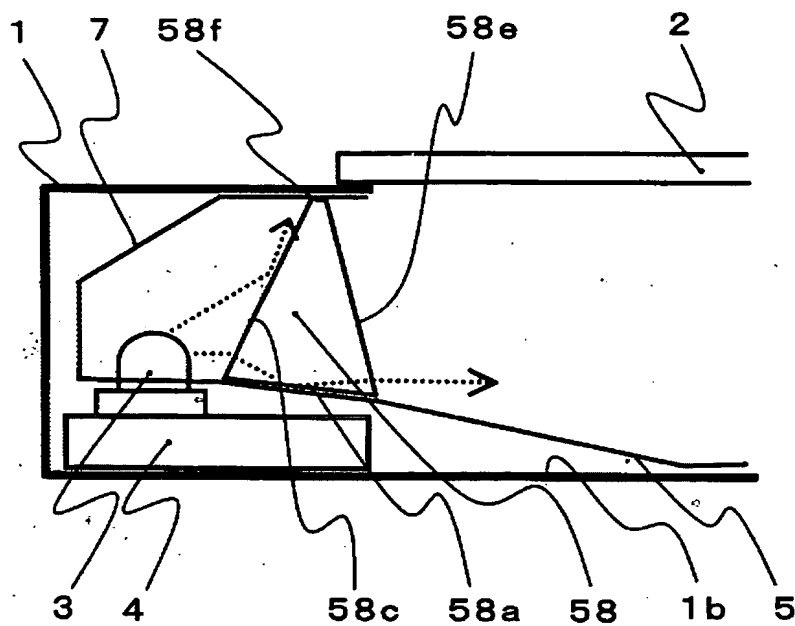


[図53]

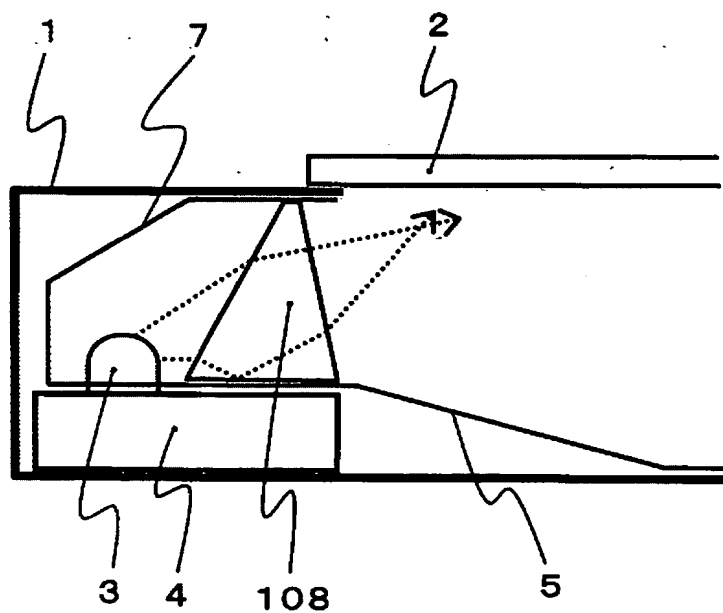


[図54]

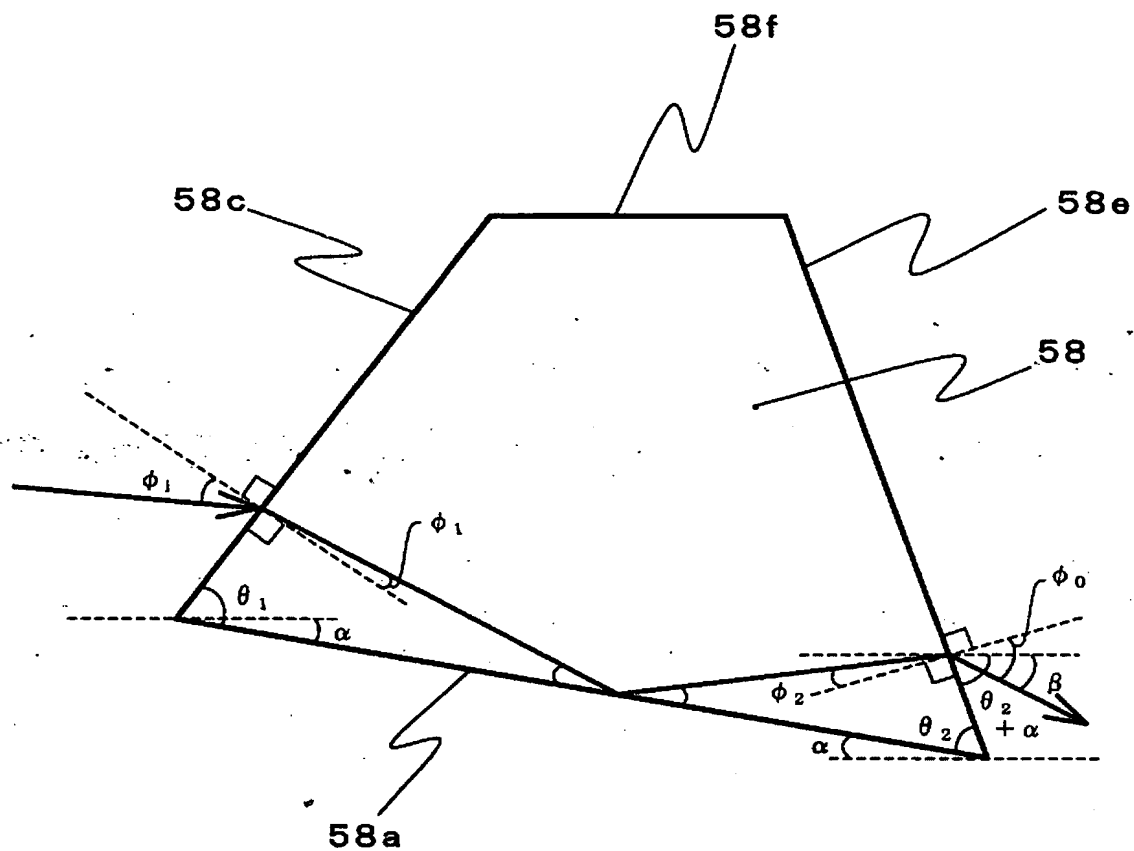
(a)



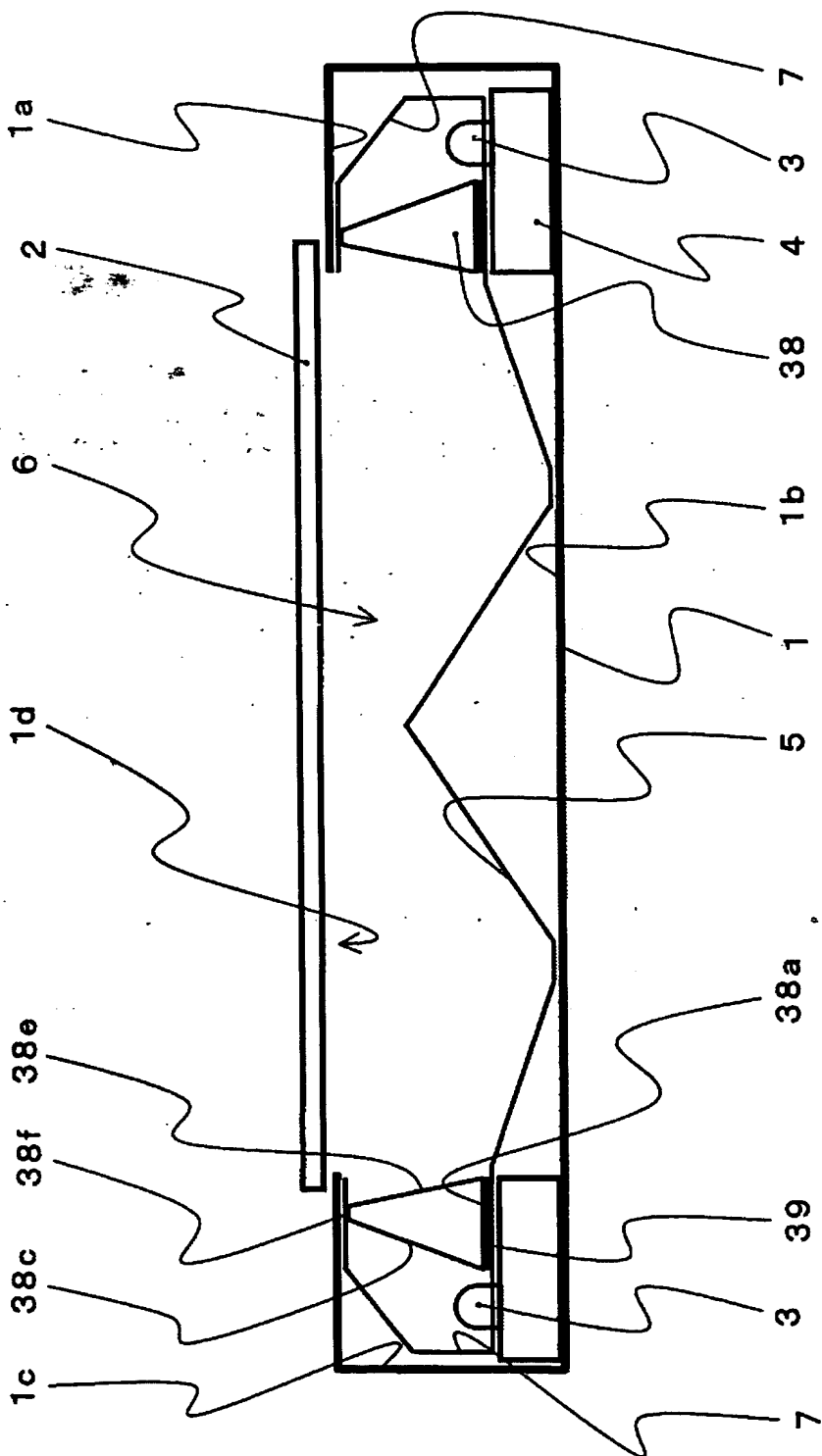
(b)



[図55]

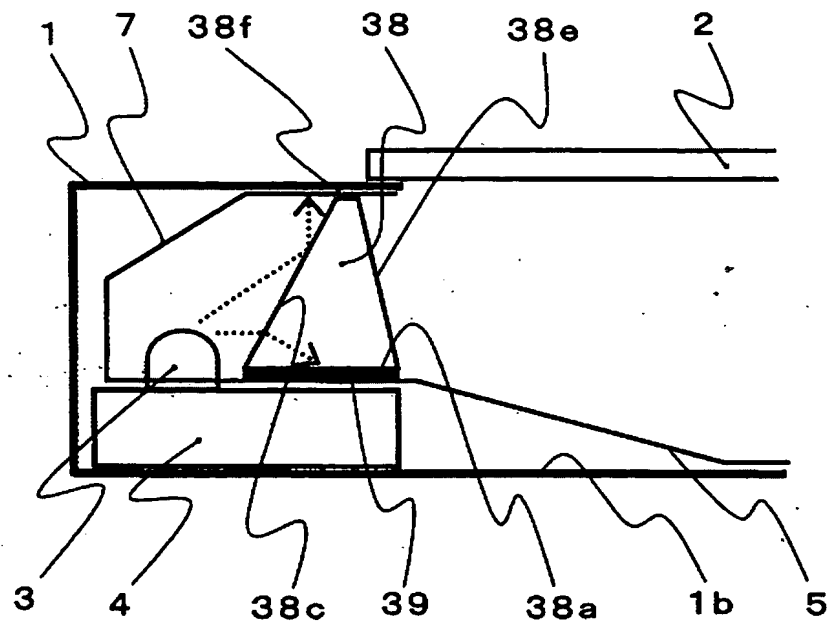


[図56]

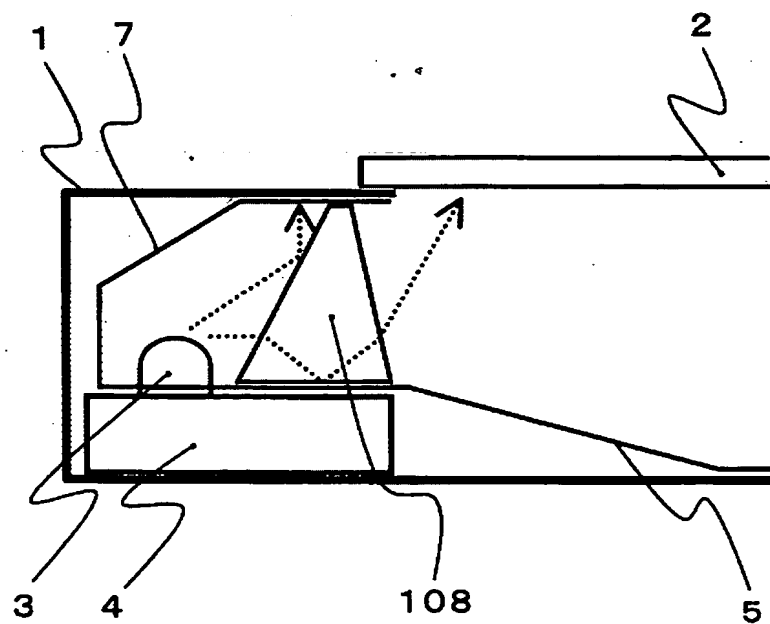


[図57]

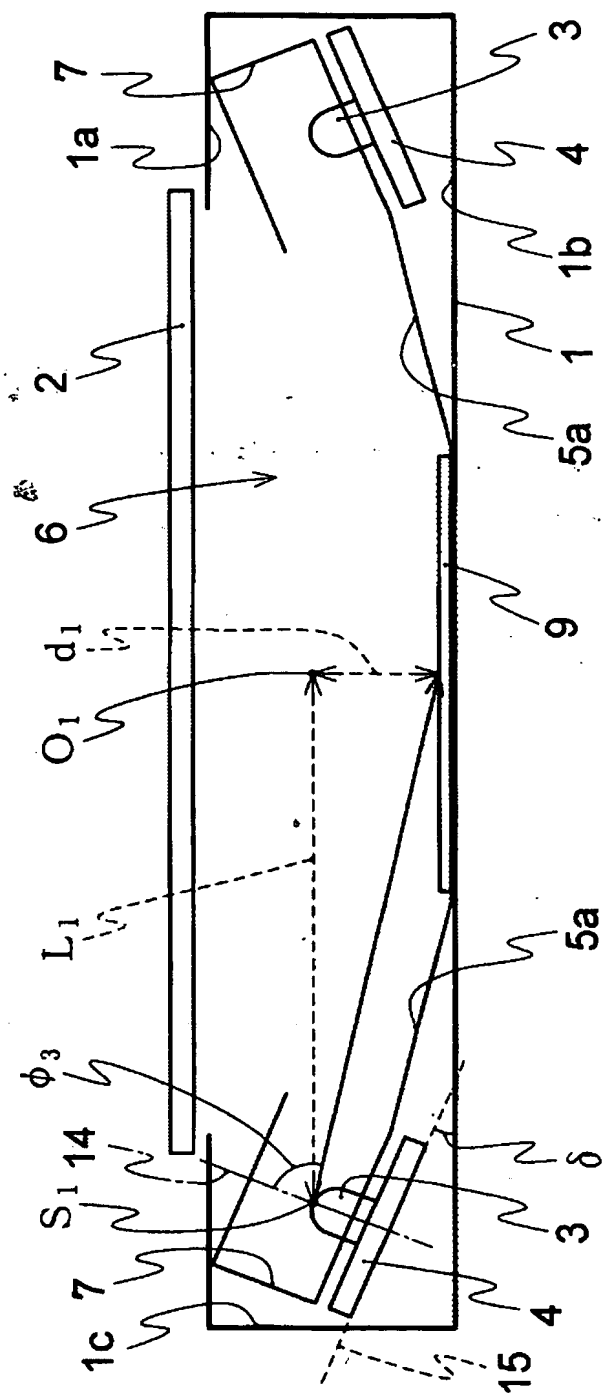
(a)



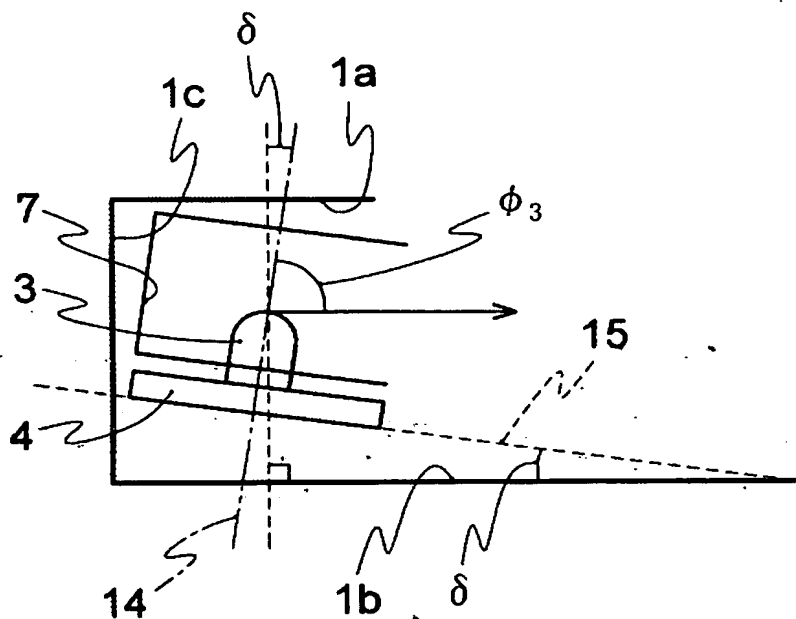
(b)



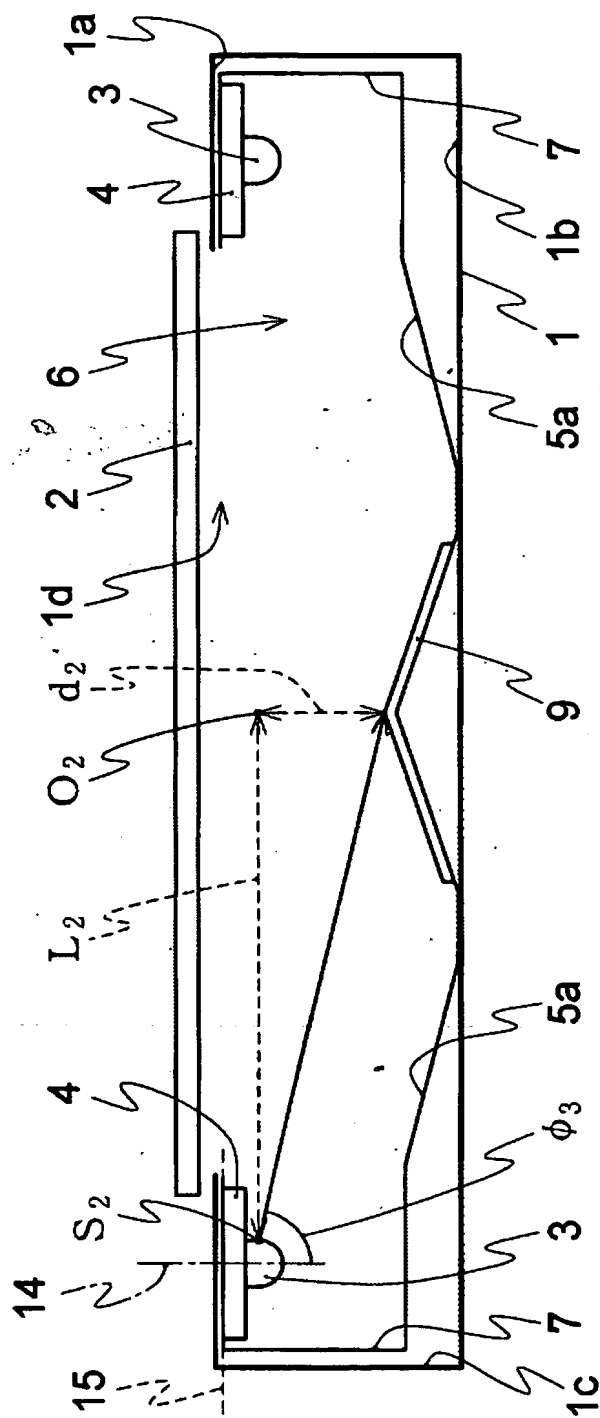
[図58]



[図59]



[図60]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F21V8/00, G09F9/00, G02F1/13357

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F21V8/00, G09F9/00, G02F1/13357

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 58062/1992 (Laid-open No. 15006/1994) (Koito Manufacturing Co., Ltd.), 25 February, 1994 (25.02.94), Par. Nos. [0007] to [0010]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-12, 14
Y	JP 2-32320 A (Tama Denki Kogyo Kabushiki Kaisha), 02 February, 1990 (02.02.90), Page 7, upper left column, line 3 to lower right column, line 14; page 8, lower right column, line 13 to page 9, upper left column, line 15; Figs. 2, 5 (Family: none)	1-12, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 August, 2004 (25.08.04)Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008328

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-126523 A (Kabushiki Kaisha Advanced Display), 11 May, 2001 (11.05.01), Par. Nos. [0008] to [0010]; Fig. 1 & US 6419369 B1	2
Y	JP 2003-157711 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 May, 2003 (30.05.03), Par. Nos. [0020] to [0022]; Fig. 1 (Family: none)	3, 11
Y	JP 2002-289023 A (Casio Computer Co., Ltd.), 04 October, 2002 (04.10.02), Par. No. [0012]; Fig. 2 (Family: none)	5
Y	JP 2003-132722 A (Kabushiki Kaisha Advanced Display), 09 May, 2003 (09.05.03), Par. Nos. [0010] to [0012]; Figs. 1 to 3 & US 2003/76669 A1	6
Y	JP 8-184829 A (Hitachi, Ltd.), 16 July, 1996 (16.07.96), Par. No. [0010]; Figs. 2 to 6 (Family: none)	7
Y	JP 2002-319308 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Par. Nos. [0016] to [0019]; Fig. 1 (Family: none)	8
Y	JP 7-72815 A (Koito Manufacturing Co., Ltd.), 17 March, 1995 (17.03.95), Par. Nos. [0010] to [0012]; Figs. 1 to 3 & US 5453855 A1	9-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008328

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As a result of the search, it has become obvious that the matter described in independent Claim 13 is not novel as it is disclosed in a CD-ROM (Koito Manufacturing Co., Ltd.) recording the contents of the specification and drawings attached to the request of Japanese Utility Model Registration Application 4-58062 (Japanese Utility Model Registration Application Kokai 6-15906), 25 February, 1994, Paragraphs 0007-0010, Figs. 1-2. Therefore, the matter common to independent Claims 1, 13 and 16 does not clarify a contribution to the prior art.

Other common matter, which is deemed to be a special technical feature defined in the second sentence of PCT Rule 13. 2, (continued to extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: Claims 1-12, 14

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008328

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

does not exist except the matter described in Claim 1 in Claims 1-12 and 13 and the matter described in Claim 16 in Claims 16-18.

Therefore, the following four groups of inventions do not comply with the requirement of unity.

1. Claims 1-12, 14
2. Claims 13
3. Claim 15
4. Claims 16-18

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/008328

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ F21V 8/00, G09F 9/00, G02F 1/13357

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ F21V 8/00, G09F 9/00, G02F 1/13357

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願4-58062号 (日本国実用新案登録出願公開6-15006号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社小糸製作所), 1994.02.25, 【0007】 - 【0010】, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-12, 14
Y	JP 2-32320 A (多摩電気工業株式会社), 1990.02.02, 第7頁左上欄第3行-右下欄第14行及び第8頁右下欄第13行-第9頁左上欄第15行, 第2及び5図 (ファミリーなし)	1-12, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
25.08.2004

国際調査報告の発送日
07.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
小宮 寛之

3 X 2 9 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 6371

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-126523 A (株式会社アドバンスト・ディスプレイ) , 2001. 05. 11, 【0008】 - 【0010】 , 第1図 & US 6419369 B1	2
Y	JP 2003-157711 A (松下電器産業株式会社) , 2003. 05. 30, 【0020】 - 【0022】 , 第1図 (ファミリーなし)	3, 11
Y	JP 2002-289023 A (カシオ計算機株式会社) , 2002. 10. 04, 【0012】 , 第2図 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2003-132722 A (株式会社アドバンスト・ディスプレイ) , 2003. 05. 09, 【0010】 - 【0012】 , 第1-3図 & US 2003/76669 A1	6
Y	JP 8-184829 A (株式会社日立製作所) , 1996. 07. 16, 【0010】 , 第2-6図 (ファミリーなし)	7
Y	JP 2002-319308 A (松下電器産業株式会社) , 2002. 10. 31, 【0016】 - 【0019】 , 第1図 (ファミリーなし)	8
Y	JP 7-72815 A (株式会社小糸製作所) , 1995. 03. 17, 【0010】 - 【0012】 , 第1-3図 & US 5453855 A1	9-10

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

独立請求の範囲13に記載された事項は、調査の結果、日本国実用新案登録出願4-58062号 (日本国実用新案登録出願公開6-15006号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (株式会社小糸製作所), 1994.02.25, 【0007】 - 【0010】, 第1-2図に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。したがって、独立請求項1, 13及び16に共通の事項は先行技術に対して行う貢献を明示していない。

PCT規則13.2の第2文に記載された特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は、請求の範囲1-12及び13において請求の範囲1に記載された事項、請求の範囲16-18において請求の範囲16に記載された事項以外存在しない。

してみれば、以下に記載した4群の発明は、単一性の要件を満たしていない。

1. 請求の範囲1-12, 14 2. 請求の範囲13 3. 請求の範囲15 4. 請求の範囲16-18

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲1-12, 14

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.